

1  
10/576371  
AP20 Rec'd PCT/PTO 19 APR 2006

**"Système de commande hydraulique d'un embrayage comportant des moyens d'assistance interposés entre l'émetteur et le récepteur du système"**

L'invention concerne un système de commande hydraulique  
5 d'un embrayage.

L'invention concerne plus particulièrement un système de commande hydraulique d'un embrayage, notamment de véhicule automobile, comprenant un cylindre émetteur amont, qui est relié par une conduite à un cylindre récepteur aval, de manière à former  
10 un circuit hydraulique de commande.

Il est parfois souhaitable d'équiper le système de commande hydraulique d'un embrayage d'un dispositif d'assistance, de manière à minimiser l'effort que l'utilisateur doit appliquer à la pédale de commande de l'embrayage, lors de la phase de débrayage.

15 Un tel dispositif est décrit par exemple dans le document US-B-6.213.271.

Dans ce document, le dispositif d'assistance est monté sur le cylindre émetteur du système de commande hydraulique d'embrayage.

20 Ce système présente l'inconvénient de nécessiter un cylindre émetteur spécifique, adapté à l'agencement des éléments supplémentaires réalisant la fonction d'assistance.

L'agencement des éléments supplémentaires sur le cylindre émetteur pose des problèmes d'encombrement et cela rend le  
25 cylindre émetteur plus complexe à réaliser.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en proposant une solution simple et économique, qui ne nécessite pas de modifier le cylindre émetteur ou le cylindre récepteur.

Dans ce but, l'invention propose un système de commande  
30 du type décrit précédemment, caractérisé en ce qu'il comporte un cylindre d'assistance qui est interposé dans la conduite, entre le cylindre émetteur et le cylindre récepteur, et qui comporte au moins un piston d'assistance qui est monté coulissant axialement dans le corps du cylindre d'assistance entre une position amont  
35 d'embrayage et une position aval de débrayage, de manière à

délimiter une chambre hydraulique amont et une chambre hydraulique aval de volumes variables en fonction de la position axiale du piston, la chambre amont étant raccordée au cylindre émetteur par un tronçon du circuit hydraulique dit circuit amont et la  
5 chambre aval étant raccordée au cylindre récepteur par un tronçon du circuit hydraulique dit circuit aval, chaque tronçon de circuit hydraulique comportant un moyen de remise à niveau du volume de fluide raccordé à au moins un réservoir de fluide, et en ce que le cylindre d'assistance comporte un dispositif d'assistance qui  
10 applique une force d'assistance sur le piston d'assistance au cours de la phase de débrayage.

Un avantage du système selon l'invention est qu'il utilise un cylindre émetteur et un cylindre récepteur du type standard, qui n'ont pas été prévus pour être équipés d'un dispositif d'assistance.

15 De plus, le système de commande d'embrayage selon l'invention peut être agencé dans un véhicule sans qu'il soit nécessaire de modifier la zone d'agencement du cylindre émetteur et/ou la zone d'agencement du cylindre récepteur, par rapport à un véhicule similaire non équipé du dispositif d'assistance,  
20 l'encombrement du cylindre émetteur et l'encombrement du cylindre récepteur n'étant pas modifiés.

Un autre avantage du système de commande selon l'invention est que le cylindre d'assistance et son dispositif d'assistance n'ont pas d'influence sur la loi de commande liant le  
25 déplacement de la pédale de commande de l'embrayage au déplacement du diaphragme de l'embrayage. La position du diaphragme est donc toujours fonction de la position de la pédale.

Encore un autre avantage du système de commande selon l'invention est que, comme les deux circuits amont et aval disposent  
30 d'un moyen de remise à niveau du volume de fluide, le système garde un point de fonctionnement constant quel que soit les variations de position de l'embrayage, variations qui peuvent provenir par exemple d'une usure de l'embrayage, d'un échauffement de celui-ci, ou de la commande de l'embrayage.

35 Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le dispositif d'assistance comporte un moyen de régulation qui fait varier la valeur de la force d'assistance en fonction de la course de la pédale de commande de l'embrayage selon une loi d'assistance prédéterminée ;

5           - le dispositif d'assistance comporte un organe de transmission qui transmet la force d'assistance au piston d'assistance ;

- l'organe de transmission est lié en déplacement axial au piston d'assistance dans les deux sens de coulissement du piston ;

10           - l'organe de transmission coopère par contact avec une surface d'appui associée du piston d'assistance de manière que, dans le cas où la vitesse du dispositif d'assistance est inférieure à la vitesse du piston d'assistance, le dispositif d'assistance ne ralentisse pas le coulissement du piston d'assistance vers l'aval ;

15           - l'organe de transmission est agencé à une extrémité axiale du piston d'assistance ;

- le piston comporte un tronçon amont qui délimite la chambre amont et un tronçon aval qui délimite la chambre aval, les deux tronçons sont liés en déplacement axial par une tige de liaison, et la tige de liaison constitue l'organe de transmission du dispositif d'assistance ;

20

- le circuit hydraulique étant raccordé à un réservoir de fluide en position d'embrayage, le cylindre d'assistance comporte au moins un orifice de décharge qui fait communiquer au moins une chambre hydraulique avec le réservoir de fluide, lorsque le piston d'assistance occupe sa position amont, de manière à compenser les variations de volume hydraulique dans le circuit hydraulique au cours du temps ;

25

- l'orifice de décharge est agencé dans le piston d'assistance et l'orifice de décharge fait communiquer la chambre amont avec la chambre aval, lorsque le piston d'assistance occupe sa position amont ;

30

- l'orifice de décharge comporte une soupape qui est commandée par le déplacement axial du piston d'assistance ;

- le dispositif d'assistance comporte un élément élastique qui emmagasine de l'énergie pendant la phase d'embrayage et qui restitue l'énergie au cours de la phase de débrayage pour produire la force d'assistance ;

5           - le moyen de régulation est un mécanisme à cames qui est entraîné par le déplacement axial du piston et qui régule la force d'assistance produite par l'élément élastique pendant la phase de débrayage ;

          - le dispositif d'assistance est logé dans le corps de cylindre,  
10 et le mécanisme à cames comporte au moins une surface de commande qui est réalisée sur une paroi interne du corps de cylindre ;

          - l'élément élastique d'assistance est un élément élastique de compression axiale qui est interposé axialement entre une  
15 coupelle et une surface d'appui fixe par rapport au corps de cylindre d'assistance, le mécanisme à cames comporte au moins un galet mobile qui parcourt une surface de commande entre une position amont et une position aval correspondant respectivement aux positions amont et aval du piston d'assistance, et le galet mobile est  
20 lié par une première biellette au piston et par une seconde biellette à la coupelle ;

          - l'axe de pivotement des biellettes sur le galet mobile est concourant à l'axe de rotation du galet ;

          - la surface de commande comporte une portion amont  
25 inclinée par rapport à l'axe de coulissement, et une portion aval globalement parallèle à l'axe de coulissement de manière que, au cours d'une première partie de la phase de débrayage, le galet mobile se déplace d'abord sur la portion inclinée vers l'axe et vers l'aval, à partir de sa position amont, en transmettant une partie de  
30 l'effort de détente de l'élément élastique d'assistance au piston d'assistance, par un effet de démultiplication, puis au cours d'une deuxième partie de la phase de débrayage, le galet mobile se déplace sur la portion aval vers l'aval, suivant une direction globalement axiale, en transmettant la totalité de l'effort de détente  
35 de l'élément élastique d'assistance au piston d'assistance ;

- la distance entre les axes de pivotement de la seconde bielle est telle que, en position amont du galet mobile, le galet dépasse vers l'amont le point de la surface de commande où la seconde bielle est perpendiculaire à la surface de commande, de manière que l'effort de détente de l'élément élastique d'assistance sollicite le galet mobile vers sa position amont ;

- la dimension axiale de l'élément élastique d'assistance à l'état détendu est inférieure à la distance axiale entre la coupelle et la surface d'appui fixe associée, lorsque le piston occupe sa position aval, de manière à suspendre la force d'assistance pendant la fin de la course du piston vers l'aval ;

- le dispositif d'assistance comporte un actionneur électrique qui commande la détente de l'élément élastique pendant la phase de débrayage ;

- le moyen de régulation du dispositif d'assistance est une unité électronique de pilotage qui commande l'actionneur électrique ;

- l'élément élastique d'assistance est un ressort hélicoïdal de compression ;

- le dispositif d'assistance est raccordé à une source d'énergie qui est externe au système de commande et qui est embarquée dans le véhicule que le système de commande équipe, et ladite énergie produit la force d'assistance qui est transmise au piston ;

- le dispositif d'assistance comporte un actionneur électrique qui est commandé de manière à transmettre une force d'assistance au piston pendant la phase de débrayage.

- le moyen de régulation du dispositif d'assistance est une unité électronique de pilotage qui commande l'actionneur électrique produisant la force d'assistance ;

- le dispositif d'assistance comporte un vérin qui est raccordé à une source de pression hydraulique ou pneumatique et qui transmet une force d'assistance au piston pendant la phase de débrayage ;

- le moyen de régulation du dispositif d'assistance comporte au moins un distributeur qui est interposé entre le vérin et la source de pression hydraulique ou pneumatique ;

5       - le moyen de régulation comporte un distributeur à deux positions qui est raccordé à une source de pression pour former une vanne de charge et un distributeur à deux positions qui est raccordé à un réservoir de fluide pour former une vanne de décharge, et chaque distributeur est commandé par la pression hydraulique dans le circuit amont, de manière que la pression hydraulique dans le  
10       circuit amont tende vers une première valeur constante lors d'une course de débrayage, et tende vers une seconde valeur constante, inférieure à la première valeur, lors d'une course d'embrayage ;

15       - le moyen de régulation comporte un distributeur à trois positions, une position de charge qui est raccordée à une source de pression, une position intermédiaire de fermeture, une position de décharge qui est raccordée à un réservoir de fluide, et le distributeur est commandé, du côté de la position de charge, par la pression hydraulique dans le circuit amont, et du côté de la position de décharge par la pression hydraulique dans le circuit aval, de  
20       manière que la force d'assistance appliquée sur le piston d'assistance pendant la phase de débrayage soit proportionnelle à la pression hydraulique dans le circuit aval ;

      - le distributeur est commandé par une unité électronique de pilotage ;

25       - le piston comporte au moins un élément élastique qui rappelle le piston vers sa position amont.

      D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés  
30       dans lesquels :

      - la figure 1 est un schéma qui représente un système de commande hydraulique d'embrayage réalisé conformément aux enseignements de l'invention ;

- les figures 2 et 3 illustrent schématiquement le principe de fonctionnement de l'assistance dans le système de commande selon l'invention ;

5 - la figure 4 est un schéma similaire à celui de la figure 2 qui illustre une variante de réalisation de la mise au réservoir du circuit hydraulique de commande ;

10 - la figure 5 est une vue en coupe axiale qui représente schématiquement le cylindre d'assistance du système de commande selon un premier mode de réalisation de l'invention dans lequel le dispositif d'assistance comporte un mécanisme à cames, le piston étant représenté respectivement dans sa position amont et dans sa position aval ;

15 - les figures 6 et 7 sont des vues partielles en coupe axiale qui représentent un détail de la figure 5 et qui illustrent deux positions intermédiaires successives d'un galet mobile équipant le mécanisme à cames ;

20 - la figure 8 est un diagramme illustrant l'évolution de la pression hydraulique dans le circuit de commande et l'évolution de la force d'assistance en fonction de la course de la pédale d'embrayage ;

- la figure 9 est une vue similaire à celle de la figure 5 qui représente schématiquement un cylindre d'assistance selon un deuxième mode de réalisation dans lequel le dispositif d'assistance est agencé à l'extrémité amont du cylindre d'assistance ;

25 - la figure 10 est un schéma similaire à celui de la figure 2 qui représente schématiquement un système de commande selon un troisième mode de réalisation de l'invention dans lequel la détente du ressort d'assistance est commandée par un actionneur électrique ;

30 - la figure 11 est un schéma similaire à celui de la figure 9 qui représente un cylindre d'assistance selon un quatrième mode de réalisation du système de commande selon l'invention dans lequel la force d'assistance est produite par un moteur électrique ;

35 - la figure 12 est un schéma similaire à celui de la figure 2 qui représente schématiquement un système de commande selon un

cinquième mode de réalisation de l'invention dans lequel la force d'assistance est produite par un vérin raccordé à une source de pression ;

- la figure 13 est une vue en coupe axiale qui représente un  
5 cylindre d'assistance adapté au système de commande de la figure 12 et comportant un vérin à membrane ;

- les figures 14, 16, et 18 sont des schémas similaires à celui de la figure 2 qui illustrent trois solutions différentes de régulation de la force d'assistance adaptées au système de commande de la  
10 figure 12 ;

- les figures 15 et 17 sont des diagrammes qui illustrent les lois d'assistance associées respectivement aux deux premières solutions représentées sur les figures 14 et 16 ;

- la figure 19 est une vue en coupe axiale qui représente une  
15 variante du mode de réalisation de la figure 13.

Dans la description qui va suivre, des éléments identiques, similaires ou analogues seront désignés par les mêmes chiffres de référence.

Sur la figure 1, on a représenté un système de commande  
20 hydraulique 10 d'un embrayage 12 de véhicule automobile réalisé conformément aux enseignements de l'invention.

Le système de commande 10 comporte un cylindre émetteur amont 14 relié par une canalisation ou conduite 16 à un cylindre récepteur aval 18 de structure similaire au cylindre émetteur 14.

25 Le cylindre émetteur 14, le cylindre récepteur 18, et la conduite 16 forment un circuit hydraulique de commande 19.

Chaque cylindre émetteur 14 ou récepteur 18 comporte un piston (non représenté) mobile axialement à l'intérieur d'un corps de cylindre pour délimiter une chambre hydraulique de volume variable.  
30 Un orifice de raccordement, sur lequel se branche la conduite 16, débouche dans la chambre hydraulique.

Le cylindre émetteur 14 comporte une tige de piston 20 qui est reliée ici à une pédale d'embrayage 22 sur laquelle agit le conducteur du véhicule.



Le piston du cylindre émetteur 14 est prévu pour expulser un fluide ou liquide de commande contenu dans la chambre hydraulique en direction de la conduite 16, lors d'une opération de débrayage.

Lorsque l'embrayage 12 est engagé, le volume de la chambre hydraulique du cylindre émetteur 14 est maximum tandis que le volume de la chambre hydraulique du cylindre récepteur 18 est minimum.

Lors de l'opération de débrayage, le volume de la chambre hydraulique du cylindre émetteur 14 diminue, tandis que le volume de la chambre hydraulique du cylindre récepteur 18 augmente.

Le piston du cylindre récepteur 18 provoque alors le déplacement d'une tige 24, qui agit ici sur une fourchette de débrayage 26 actionnant une butée de débrayage 28.

Lorsque le conducteur relâche son action sur la pédale d'embrayage 22, le piston du cylindre récepteur 18 est ramené vers sa position initiale par un ressort d'embrayage tel qu'un diaphragme 13.

En revenant vers sa position initiale, le cylindre récepteur 18 repousse la colonne d'huile contenue dans le circuit hydraulique 19, ce qui provoque le rappel du piston du cylindre émetteur 14 vers sa position initiale.

La pédale d'embrayage 22 est rappelée vers sa position initiale par un ressort de rappel et/ou par le retour du piston du cylindre émetteur 14.

Généralement, chaque cylindre émetteur 14 et récepteur 18 comporte un ressort (non représenté) qui agit entre le piston et le fond du corps du cylindre, et qui garantit le retour du piston jusqu'à sa position initiale en butée.

De préférence, la chambre hydraulique du cylindre émetteur 14 est susceptible d'être raccordée à un réservoir de fluide 29, de manière à compenser les variations de volume du circuit hydraulique 19 au cours du temps.

A cet effet, la chambre hydraulique du cylindre émetteur 14 comporte au moins un orifice de décharge (non représenté) qui est ouvert lors du retour complet du piston émetteur dans sa position

initiale, et qui fait communiquer le circuit hydraulique 19 avec le réservoir 29.

On note que, pendant la phase de débrayage, la pédale 22 comporte une course morte au début de son pivotement, qui correspond à un déplacement du piston émetteur jusqu'à la position axiale dans laquelle il ferme l'orifice de décharge.

Pendant la course morte, le piston émetteur repousse le fluide vers le réservoir 29, sans provoquer de déplacement du piston récepteur.

Conformément aux enseignements de l'invention, le système de commande 10 comporte un cylindre d'assistance 30 qui est interposé dans la conduite 16, entre le cylindre émetteur 14 et le cylindre récepteur 18.

Sur la figure 2, on a représenté le système de commande 10 selon l'invention de manière simplifiée.

On note que, sur cette figure, la tige 24 du piston récepteur agit directement sur le diaphragme 13 de l'embrayage 12 par l'intermédiaire d'une butée comportant un roulement à billes (non représenté).

Le cylindre d'assistance 30 comporte un piston d'assistance 32 qui est monté coulissant suivant un axe principal A1, entre une position amont et une position aval, de manière à délimiter une chambre hydraulique amont 34 et une chambre hydraulique aval 36 de volumes variables en fonction de la position axiale du piston 32.

La chambre amont 34 communique avec la chambre 38 du cylindre émetteur 14 par une portion amont 40 du circuit hydraulique 19, et la chambre aval 36 communique avec la chambre 42 du cylindre récepteur 18 par une portion aval 44 du circuit hydraulique 19.

Le circuit hydraulique amont 40 est raccordé au réservoir de fluide 29 au niveau de la chambre émetteur 38.

Le circuit hydraulique aval 44 est raccordé à un réservoir de fluide, par exemple le même réservoir 29 que le circuit hydraulique amont 40, ici au niveau de la chambre aval 36 du cylindre d'assistance 30.

Selon le mode de réalisation illustré ici, le cylindre d'assistance 30 comporte un ressort 46 qui est interposé axialement entre le piston d'assistance 32 et le fond de la chambre aval 36, et qui rappelle le piston d'assistance 32 vers sa position amont.

5 Sur le schéma, le piston d'assistance 32 comporte une tige 48 qui s'étend vers l'extérieur à travers la chambre amont 34.

Selon une variante (non représentée), le cylindre d'assistance 30 avec son piston 32 peut être remplacé par une chambre comportant une membrane intermédiaire séparant les  
10 chambres amont 34 et aval 36, et jouant le rôle du piston d'assistance 32. Cette membrane comporte de la même manière la tige 48.

Conformément aux enseignements de l'invention, pendant la phase de débrayage, qui est illustrée par la figure 3, une force  
15 d'assistance  $F_a$  est appliquée sur le piston d'assistance 32, ici par l'intermédiaire de la tige 48, de manière à soulager l'effort d'appui  $F_p$  de l'utilisateur sur la pédale 22.

La force d'assistance  $F_a$  est produite par un dispositif d'assistance 50 qui sera décrit par la suite.

20 Selon une variante de réalisation représentée sur la figure 4, un orifice de décharge 52 est réalisé dans le piston d'assistance 32, de manière à faire communiquer le circuit hydraulique amont 40 avec le circuit hydraulique aval 44, lorsque le piston 32 occupe sa position amont.

25 Selon le schéma de la figure 4, l'orifice de décharge 52 traverse axialement le piston 32 et il comporte une soupape de décharge 54 qui est sollicitée élastiquement vers sa position de fermeture, et qui s'ouvre mécaniquement lorsque le piston d'assistance 32 vient occuper sa position amont, par appui d'une  
30 tige de la soupape 54 sur le fond de la chambre amont 34.

L'agencement de l'orifice de décharge 52 dans le piston 32 permet notamment de raccorder tout le circuit hydraulique 19 au réservoir de fluide 29, avec un seul raccordement, agencé ici au niveau du cylindre émetteur 14.

Cet agencement permet aussi de ne pas ajouter une course morte supplémentaire à la pédale d'embrayage 22, ce qui est le cas lorsque le cylindre d'assistance 30 est raccordé au réservoir 29 comme sur la figure 2.

5 L'ouverture de la soupape de décharge 54 peut être calibrée de manière qu'une augmentation brutale de la pression hydraulique dans la chambre émetteur 38 provoque, presque aussitôt, un déplacement du piston d'assistance 32 vers l'aval, le fluide n'ayant pas le temps de s'écouler par la soupape de décharge 54, et donc la  
10 fermeture de l'orifice de décharge 52. Ce calibrage peut permettre de choisir la valeur de la première course axiale du piston d'assistance 32 vers l'aval, avant que le dispositif d'assistance 50 ait commencé à appliquer une force d'assistance  $F_a$ .

On décrit maintenant un premier mode de réalisation du  
15 système de commande 10 selon l'invention, qui est représenté sur les figures 5 à 7, dans lequel le dispositif d'assistance 50 comporte un élément élastique qui emmagasine de l'énergie pendant la phase d'embrayage et qui restitue l'énergie, sous la forme d'une force d'assistance  $F_a$ , au cours de la phase de débrayage.

20 Selon le premier mode de réalisation, le cylindre d'assistance 30 comporte un corps de cylindre 56 qui est doté d'un orifice d'entrée 58 et d'un orifice de sortie 60.

Le piston d'assistance 32 est monté coulissant, suivant l'axe principal A1, à l'intérieur du corps de cylindre 56 qui a globalement  
25 une forme tubulaire d'axe A1.

Dans la suite de la description, des éléments seront qualifiés d'interne ou d'externe par rapport à l'axe principal A1 suivant une direction radiale.

En considérant la figure 5, le piston 32 est représenté en  
30 position amont sur la demi-coupe supérieure, et en position aval sur la demi-coupe inférieure.

La chambre amont 34 communique avec le cylindre émetteur 14 à travers l'orifice d'entrée 58, et la chambre aval 36 communique avec le cylindre récepteur 18 à travers l'orifice de sortie 60.

Selon le mode de réalisation représenté ici, le piston d'assistance 32 est réalisé en plusieurs parties.

Le piston 32 comporte un tronçon amont 62, qui est prévu pour coulisser axialement dans un alésage amont complémentaire 64, et un tronçon aval 66, qui est prévu pour coulisser axialement dans un alésage aval complémentaire 68, les deux tronçons 62, 66 étant liés en déplacement axial par une tige axiale de liaison 70.

La tige de liaison 70 comporte ici une tige interne 72, par exemple en métal, et un corps externe 74 moulé sur la tige interne 72.

L'extrémité amont 76 et l'extrémité aval 78 de la tige 70 ont ici chacune la forme d'une tête sphérique.

Les deux tronçons 62, 66 sont ici de formes globalement identiques.

Le tronçon amont 62 a globalement une forme tubulaire à profil axial en "H", c'est-à-dire qu'il comporte deux parties tubulaires sensiblement symétriques par rapport à une paroi transversale de séparation 80.

Du côté de la face amont 82 de la paroi transversale 80, le tronçon amont 62 forme une chemise 84 qui délimite une partie de la chambre amont 34.

Du côté de la face aval 86 de la paroi transversale 80, le tronçon amont 62 forme un logement 88 qui reçoit une pièce globalement cylindrique 90 formant réceptacle pour la liaison entre l'extrémité axiale amont 76 de la tige de liaison 70 et le tronçon amont 62 du piston 32.

Selon le mode de réalisation représenté ici, le tronçon aval 66 est sensiblement similaire au tronçon amont 62, et le tronçon aval 66 est agencé de manière sensiblement symétrique au tronçon amont 62, par rapport à un plan transversal de symétrie.

Ainsi, le tronçon aval 66 comporte une paroi transversale de séparation 92 et forme, du côté de la face aval 94 de cette paroi 92, une chemise 96 qui délimite une partie de la chambre aval 36.

Du côté de la face amont 98 de la paroi transversale 92, le tronçon aval 66 reçoit une pièce cylindrique 100, similaire à celle du

tronçon amont 62, formant réceptacle pour la liaison entre l'extrémité axiale aval 78 de la tige de liaison 70 et le tronçon aval 66.

Dans le mode de réalisation représenté, l'alésage aval 68  
5 comporte une gorge radiale annulaire 102 qui communique avec le réservoir de liquide 29, de manière à former un orifice de décharge.

Ce mode de réalisation correspond donc au mode de réalisation représenté sur les figures 2 et 3, dans lequel le circuit aval 44 comporte une mise au réservoir 29 au niveau de la chambre  
10 aval 36.

La chemise 96 du tronçon aval 66 comporte ici plusieurs orifices radiaux 104 qui sont sensiblement alignés circonférentiellement et qui sont agencés en vis-à-vis de la gorge radiale 102, lorsque le piston 32 occupe sa position amont, telle que  
15 représentée dans la moitié supérieure de la figure 5.

Les orifices radiaux 104 permettent de mettre en communication la chambre aval 36 et le réservoir 29, lorsque le piston 32 occupe sa position amont, de manière à compenser les variations de volume hydraulique dans le circuit aval 44 au cours du  
20 temps.

Dans la position aval du piston 32, telle que représentée dans la moitié inférieure de la figure 5, les orifices 104 sont décalés axialement vers l'aval, par rapport à la gorge radiale 102, de sorte que la chambre aval 36 ne communique pas avec le réservoir 29.

25 Bien entendu, comme indiqué en référence avec la variante de la figure 4, la gorge radiale 102 et les orifices radiaux 104 peuvent être supprimés au profit d'un orifice de décharge 52 réalisé axialement dans le piston 32 et muni d'une soupape de décharge 54.

Le dispositif d'assistance 50 comporte ici un élément  
30 élastique sous la forme d'un ressort hélicoïdal de compression axiale 106.

Le ressort 106 est prévu pour se comprimer pendant la phase d'embrayage, sous l'effet du retour du piston d'assistance 32 dans sa position amont, de manière à emmagasiner de l'énergie, et il est

prévu pour restituer cette énergie au cours de la phase de débrayage en produisant une force d'assistance  $F_a$ .

Le ressort 106 est interposé axialement entre une coupelle annulaire 108 mobile axialement et une surface radiale annulaire d'appui fixe 110 aménagée dans le corps de cylindre 56.

La coupelle 108 comporte une surface radiale annulaire d'appui 111 qui est orientée vers l'amont et qui fait face à la surface d'appui fixe 110, orientée vers l'aval.

Le ressort 106 est ici monté autour d'une portion tubulaire interne de guidage 112 du corps de cylindre 56.

Le dispositif d'assistance 50 comporte un mécanisme à cames 114 qui est entraîné par le déplacement axial du piston 32, et qui forme un moyen de régulation 115 permettant de faire varier la valeur de la force d'assistance  $F_a$  en fonction de la course  $C_p$  de la pédale 22 selon une loi d'assistance prédéterminée.

Le mécanisme à cames 114 comporte, par exemple, deux galets mobiles 116, 118 qui parcourent chacun une surface de commande associée 120, 122.

Les deux galets 116, 118 sont ici agencés de part et d'autre du piston 32, et ils sont diamétralement opposés.

L'axe de rotation A2 de chaque galet 116, 118 est sensiblement orthogonal à l'axe de coulissement A1 du piston 32.

Chaque galet 116, 118 est lié par une biellette aval 124 à la tige de liaison 70 et par une biellette amont 126 à la coupelle 108.

On note que la tige de liaison 70 constitue ici un organe de transmission 71 qui permet au dispositif d'assistance 50 de transmettre la force d'assistance  $F_a$  au piston d'assistance 32.

Du côté du galet 116, 118, les biellettes 124, 126 sont montées à pivotement autour de l'axe de rotation A2 du galet 116, 118.

La biellette aval 124 est montée à pivotement sur l'extrémité libre d'un bras transversal associé 128, 130 de la tige de liaison 70.

Selon le mode de réalisation représenté ici, le corps de cylindre 56 forme une enveloppe 132 globalement cylindrique autour

du dispositif d'assistance 50. L'enveloppe 132 est étagée en diamètre.

Avantageusement, la surface de commande 120, 122 associée à chaque galet 116, 118 est réalisée sur la paroi interne de l'enveloppe 132.

Les surfaces de commande 120, 122 sont ici sensiblement symétriques par rapport à un plan axial (A1) et elles s'étendent globalement dans un même plan axial.

Chaque surface de commande 120, 122 comporte une portion amont 134 inclinée par rapport à l'axe de coulissement A1, et une portion aval 136 globalement parallèle à l'axe de coulissement A1.

La portion amont 134 a ici un profil arrondi convexe vers l'axe A1 et vers l'amont.

Selon une forme de réalisation avantageuse, la distance entre les axes de pivotement de chaque biellette amont 126, 128 est telle que, en position amont du galet mobile 116, 118 associé, le galet dépasse vers l'amont le point B1 de la surface de commande 120, 122 où la biellette amont 126, 128 est perpendiculaire à la surface de commande 120, 122, de manière que l'effort de détente du ressort d'assistance 106 sollicite le galet mobile 116, 118 vers sa position amont.

Selon une autre forme de réalisation avantageuse, lorsque le piston 32 occupe sa position aval de débrayage, la distance axiale entre la surface d'appui 111 de la coupelle 108 et la surface d'appui fixe 110 est supérieure à la dimension axiale du ressort 106 à l'état détendu, de sorte que le ressort 106 ne sollicite pas axialement le piston 32 vers sa position aval.

On explique maintenant le fonctionnement du mécanisme à cames 114 selon l'invention, en considérant notamment les positions partielles représentées sur les figures 6 et 7, et les diagrammes représentés sur la figure 8.

Sur la partie haute de la figure 8, la courbe  $C_{\text{aval}}$  en trait continu représente l'évolution de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre aval du cylindre d'assistance 30, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage



22, et la courbe  $C_{\text{amont}}$  en trait discontinu représente l'évolution de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont du cylindre d'assistance 30, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22.

5 Sur la partie basse de la figure 8, la courbe en trait continu représente l'évolution de la force d'assistance  $F_a$  produite par le ressort d'assistance 106, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22, et la droite en trait discontinu représente la raideur du ressort d'assistance 106.

10 Dans la position amont du piston d'assistance 32, qui est illustrée par la partie haute de la figure 5, le ressort 106 est comprimé et il sollicite axialement (A1) chaque biellette amont 126, ainsi que le galet associé 116, 118, vers la surface de commande 120, 122 et vers l'extérieur, sans provoquer de déplacement du  
15 piston d'assistance 32.

Les galets mobiles 116, 118 sont ici retenus par la biellette aval 124 associée qui est liée au piston d'assistance 32 en position amont de butée.

Au début de la phase de débrayage, l'utilisateur appuie sur la  
20 pédale 22 de commande de l'embrayage 12 de manière à déplacer le piston du cylindre émetteur 14 vers l'aval.

La première partie du déplacement du piston du cylindre émetteur 14 correspond à une course morte, jusqu'à la fermeture de l'orifice de décharge raccordant la chambre émetteur 38 au réservoir  
25 29.

En poursuivant son déplacement vers l'aval, le piston du cylindre émetteur 14 provoque ensuite une augmentation de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre d'assistance 30, ce qui entraîne un déplacement axial A1 du piston  
30 d'assistance 32 vers l'aval.

Le déplacement du piston d'assistance 32 entraîne un déplacement des galets 116, 118 sur les surfaces de commande associées 120, 122, vers l'intérieur et vers l'aval.

Au cours d'une première phase P1 de son déplacement axial,  
35 le piston d'assistance 32 provoque une compression supplémentaire

du ressort d'assistance 106, de sorte que le dispositif d'assistance 50 produit un effort de résistance qui s'oppose au déplacement de la pédale d'embrayage 22, ce qui correspond à une force d'assistance  $F_a$  négative, illustrée par la partie inférieure de la figure 8.

5        Au cours de cette première phase P1, la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre d'assistance 30 est supérieure à la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre aval 36.

10        La première phase P1 du déplacement du piston 32 se termine lorsque les galets 116, 118 atteignent le point B1 de la surface de commande 120, 122 où la biellette amont 126, 128 est perpendiculaire à la surface de commande 120, 122, ce qui est représenté sur la figure 6.

15        Au moment où les galets 116, 118 atteignent ce point B1 de la surface de commande 120, 122, la force de détente du ressort d'assistance 106 est annulée par la force de réaction de la surface de commande 120, 122, de sorte que la pression hydraulique  $P_h$  s'égale entre la chambre amont 34 et la chambre aval 36 du cylindre d'assistance 30.

20        On note que, pendant la première phase P1, le déplacement axial du piston 32 provoque la fermeture du raccordement 102 de la chambre aval 36 avec le réservoir 29, grâce au décalage axial des orifices radiaux 104 vers l'aval.

25        Pendant une deuxième phase P2 du déplacement axial du piston d'assistance 32 vers l'aval, le ressort d'assistance 106 commence à se détendre en produisant une force d'assistance  $F_a$  sur le piston d'assistance 32.

30        La force d'assistance  $F_a$  produite par le ressort 106 est démultipliée par le mécanisme à cames 114, en fonction du profil de la portion amont 134 de la surface de commande 120, 122, ce qui permet de réguler la force d'assistance  $F_a$  en fonction de la course  $C_p$  de la pédale 22, selon une loi d'assistance prédéterminée.

La deuxième phase P2 du déplacement du piston 32 se termine lorsque les galets 116, 118 atteignent l'extrémité aval B2 de

la portion amont 134 de la surface de commande associée 120, 122, tel que représenté sur la figure 7.

Le piston d'assistance 32 entame alors une troisième phase P3 de son déplacement axial au cours de laquelle les galets 116, 118 parcourent la portion aval 136 de la surface de commande associée 120, 122.

Pendant cette troisième phase P3, le ressort d'assistance 106 transmet la totalité de sa force de détente au piston d'assistance 32, puisque les biellettes 124, 126 ne pivotent plus et que les galets 116, 118 ne sont plus retenus axialement par la surface de commande 120, 122.

On note que, pendant la troisième phase P3, les biellettes 124, 126 peuvent être proches d'une position alignée mais il est préférable de conserver un angle minimum d'inclinaison entre les biellettes 124, 126, comme sur la figure 7 et sur la partie inférieure de la figure 5, de manière à inciter les biellettes 124, 126 à pivoter, pendant le retour du piston d'assistance 32 vers sa position amont, pour éviter un blocage du piston 32 dans le cylindre 30.

Selon la forme de réalisation avantageuse prévue ici, comme la distance axiale entre la surface d'appui 111 de la coupelle 108 et la surface d'appui fixe 110 est supérieure à la dimension axiale du ressort 106 à l'état détendu, la troisième phase P3 est suivie d'une quatrième phase P4 au cours de laquelle le piston d'assistance 32 continue de coulisser jusqu'à sa position de butée aval, sans bénéficier d'une force d'assistance  $F_a$  puisque le ressort d'assistance 106 est à l'état détendu.

La quatrième phase P4 est utile pour minimiser les forces de frottement induites par le dispositif d'assistance 50 pendant le déplacement du piston d'assistance 32, de manière à garantir le retour du piston 32 vers l'amont, à partir de sa position aval, notamment lorsque la force de rappel du piston d'assistance 32 produite, par exemple, par le diaphragme 13 est faible.

Lorsque l'utilisateur relâche son appui sur la pédale 22, les éléments de rappel de l'embrayage 12 tels que le diaphragme 13, provoquent le retour du piston d'assistance 32 vers l'amont.

Le retour du piston 32 vers l'amont provoque un retour du mécanisme à cames 114 dans sa position initiale et une compression du ressort d'assistance 106, ce qui lui permet d'emmagasiner de l'énergie élastique.

5 De préférence, à la fin de la course du piston d'assistance 32 vers l'amont, ce qui correspond à la première phase P1 du déplacement du piston 32 vers l'aval, le ressort d'assistance 106 provoque un rappel élastique du piston 32 jusqu'à sa position amont, en sollicitant les galets mobiles 116, 118 vers leurs positions amont  
10 de repos.

En position amont du piston 32, les orifices 104 de son tronçon aval 66 viennent se positionner en vis-à-vis de la gorge radiale 102, ce qui permet une mise au réservoir de liquide 29 du circuit hydraulique aval 44.

15 Sur la figure 9, on a représenté schématiquement un deuxième mode de réalisation du système de commande 10 selon l'invention.

On note que la représentation du deuxième mode de réalisation a été simplifiée par rapport à la représentation du premier mode de réalisation sur la figure 5.  
20

Ce deuxième mode de réalisation se différencie du premier principalement par le fait que le dispositif d'assistance 50 est agencé à l'extrémité axiale amont du cylindre d'assistance 30, et non pas entre les deux chambres hydrauliques 34, 36.

25 Selon ce mode de réalisation, le cylindre d'assistance 30 comporte un piston 32 dont la face transversale amont 138 délimite la chambre amont 34 et dont la face transversale aval 140 délimite la chambre aval 36.

Le piston 32 est ici réalisé globalement en une seule pièce.

30 Selon le mode de réalisation représenté ici, un ressort hélicoïdal de compression 142 est interposé axialement entre une surface transversale d'extrémité aval 144 du piston 32 et la paroi de fond 146 de la chambre aval 36. Ce ressort 142 sert à garantir le rappel du piston 32 jusqu'à sa position amont de butée.

Le dispositif d'assistance 50 est réalisé de manière similaire à celui du premier mode de réalisation. Il comporte notamment un ressort d'assistance 106 et un mécanisme à cames 114.

Le dispositif d'assistance 50 comporte un organe de transmission 71 sous la forme d'une tige de transmission qui s'étend axialement vers la face transversale amont 138 du piston d'assistance 32.

Selon une forme de réalisation avantageuse, qui est représentée ici, la tige de transmission 71 coopère uniquement par contact avec la surface transversale amont 138 du piston d'assistance 32.

Cette configuration de la tige de transmission 71 permet au piston d'assistance 32 de coulisser indépendamment de la tige 71. Ainsi, dans le cas où la pression exercée par le dispositif d'assistance 50 sur la tige de transmission 71 est inférieure à la pression exercée sur le piston d'assistance 32 par le fluide contenu dans la chambre amont 34, le piston d'assistance 32 peut coulisser vers l'aval sans être ralenti par le mouvement du dispositif d'assistance 50.

Une telle configuration permet aussi de palier à un dysfonctionnement du dispositif d'assistance 50, car le système de commande 10 peut fonctionner sans assistance.

On a aussi représenté, sur la figure 9, une variante de réalisation du dispositif de mise au réservoir 29 de la chambre aval 36.

Avantageusement, le cylindre d'assistance 30 comporte ici une soupape de décharge 148 qui est commandée par le piston 32, de manière à effectuer la mise au réservoir 29 lorsque le piston 32 occupe sa position amont.

A cet effet, le conduit de raccordement au réservoir 29 débouche, par un orifice de décharge 150, dans une cavité cylindrique intermédiaire 152 qui est agencée à l'extrémité axiale aval du corps de cylindre 56.

La cavité intermédiaire 152 communique avec la chambre aval 36 par une ouverture 154 qui débouche dans la paroi de fond 146 de la chambre aval 36.

La soupape 148 comporte une tige ou queue 156 qui est  
5 munie, à son extrémité axiale aval, d'une tête 158 susceptible d'obturer l'orifice de communication 150, et à son extrémité axiale amont, d'une collerette de commande 160 délimitant une surface transversale d'appui 162 orientée vers l'aval.

La soupape 148 est sollicitée axialement vers l'aval, donc  
10 vers la position d'obturation de l'orifice de décharge 150, par un ressort de soupape 164 qui est interposé axialement entre la tête 158 et un rebord annulaire transversal 166, orienté vers l'aval, de la cavité intermédiaire 152.

La collerette de commande 160 de la soupape 148 est  
15 prévue pour coopérer par contact avec la surface transversale amont d'un rebord annulaire transversal 168 agencé à l'extrémité axiale aval du piston 32 de manière que, en fin de course du piston 32 vers l'amont, le rebord annulaire 168 vienne en appui axial contre la surface transversale 162 de la collerette de commande 160 pour  
20 provoquer un déplacement axial de la soupape 148 vers l'amont, à l'encontre de son ressort 164.

Le déplacement de la soupape 148 vers l'amont provoque l'ouverture de l'orifice de décharge 150 ce qui permet la mise au réservoir 29 de la chambre aval 36, à la fin de la course du piston  
25 32 vers l'amont.

Le fonctionnement du cylindre d'assistance 30 selon le deuxième mode de réalisation est similaire à celui du cylindre d'assistance 30 selon le premier mode de réalisation.

Par rapport au premier mode de réalisation, la soupape de  
30 décharge 148 selon le deuxième mode de réalisation a l'avantage de nécessiter une course axiale plus faible pour provoquer la mise au réservoir 29 de la chambre aval 36, avec une section de passage du fluide suffisante.

Sur la figure 10, on a représenté schématiquement un  
35 troisième mode de réalisation du système de commande 10 selon

l'invention, dans lequel le dispositif d'assistance 50 comporte un actionneur électrique 170 qui commande la détente d'un élément élastique d'assistance 172 pendant la phase de débrayage.

Selon ce mode de réalisation, la force d'assistance  $F_a$  est  
5 donc produite par la détente d'un élément élastique d'assistance 172, ici un ressort hélicoïdal de compression, comme dans le premier et le deuxième mode de réalisation.

Le mécanisme à cames 114 a ici été remplacé par l'actionneur électrique 170.

10 Dans le schéma de la figure 10, l'actionneur électrique 170 comporte un levier 174 qui est interposé axialement entre la tige 48 du piston d'assistance 32 et l'extrémité axiale mobile du ressort d'assistance 172, et qui est commandé en pivotement par l'arbre de transmission 176 d'un moteur électrique 178.

15 Le ressort d'assistance 172 emmagasine de l'énergie élastique pendant la phase d'embrayage, notamment sous l'effet du retour élastique de l'embrayage 12 vers sa position d'embrayage qui repousse le piston d'assistance 32 vers sa position amont.

Pendant la phase de débrayage, l'actionneur électrique 170  
20 libère le ressort d'assistance 172 de manière à produire la force d'assistance  $F_a$  sur le piston 32.

De préférence, le moteur 178 est commandé par une unité électronique de pilotage 180 qui constitue un moyen de régulation 115 de la force d'assistance  $F_a$ .

25 L'unité de pilotage 180 commande, par exemple, le moteur électrique 178, en fonction de paramètres de fonctionnement tels que :

- la pression hydraulique  $P_h$  dans le circuit amont 40,
- la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22,
- 30 - des données externes  $D_{ext}$  au système de commande 10, par exemple des données relatives au fonctionnement du moteur du véhicule, au fonctionnement de la boîte de vitesse du véhicule, au fonctionnement de l'embrayage 12, etc.

Les paramètres de fonctionnement peuvent être fournis à  
35 l'unité de pilotage 180 par des capteurs (non représentés).

La valeur de la course  $C_p$  de la pédale 22 peut être fournie à l'unité de pilotage 180 par le moteur électrique 178, notamment dans le cas où la rotation de son arbre de transmission est liée au coulisement du piston d'assistance 32.

5 L'unité de pilotage 180 peut moduler la force d'assistance  $F_a$  selon au moins une loi d'assistance prédéterminée.

On décrit maintenant un quatrième et un cinquième modes de réalisation du système de commande 10 selon l'invention dans lesquels le dispositif d'assistance 50 est raccordé à une source  
10 d'énergie 182, 184 qui est extérieure au système de commande 10 et qui est embarquée dans le véhicule que le système de commande 10 équipe.

Selon ces modes de réalisation, la force d'assistance  $F_a$  est produite par la source d'énergie extérieure 182, 184 puis elle est  
15 transmise au piston d'assistance 32.

Dans le quatrième mode de réalisation, qui est représenté sur la figure 11, la source d'énergie extérieure 182 est constituée par une source de courant électrique, qui peut être le réseau d'alimentation en énergie électrique du véhicule.

20 Le cylindre d'assistance 30 du quatrième mode de réalisation est globalement similaire à celui du deuxième mode de réalisation, représenté sur la figure 9, à la différence que le mécanisme à cames 114 du dispositif d'assistance 50 est remplacé par un actionneur électrique 186 qui agit directement sur la tige de transmission 71.

25 Selon la forme de réalisation représentée, la tige de transmission 71 est équipée, à son extrémité axiale amont, d'un tronçon taraudé 188 qui est monté vissé sur un arbre fileté 190 susceptible d'être entraîné en rotation autour de son axe A1 par un moteur électrique 192, qui est raccordé à la source de courant  
30 électrique 182.

Avantageusement, le moteur électrique 154 peut être commandé par une unité électronique de pilotage (non représentée sur la figure 11) de la même façon que dans le troisième mode de réalisation décrit précédemment (figure 10).



Dans le cinquième mode de réalisation, qui est illustré par les figures 12 à 19, la source d'énergie extérieure 184 est constituée par une source de pression hydraulique ou pneumatique.

Dans la suite de la description, à titre non limitatif, on  
5 considèrera uniquement une source de pression hydraulique 184, bien qu'une source de pression pneumatique soit aussi envisageable.

La figure 12 illustre le principe de fonctionnement du cinquième mode de réalisation.

10 Dans le cinquième mode de réalisation, la tige de commande 48 du piston d'assistance 32 est liée en déplacement axial (A1) à un vérin 194 qui est raccordé à la source de pression 184 par un circuit auxiliaire de commande 185, de manière à transmettre une force d'assistance  $F_a$  au piston d'assistance 32 pendant la phase de  
15 débrayage.

Le vérin 194 comporte un piston 196 dit auxiliaire qui coulisse dans un cylindre auxiliaire 198 et qui délimite, en amont, une chambre auxiliaire de commande 200.

Le piston auxiliaire 196 coopère, par exemple, par contact  
20 avec la tige de commande 48 du piston d'assistance 32.

Pendant la phase de débrayage, la source de pression 184 provoque une augmentation de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre de commande 200 du vérin 194, ce qui produit une force d'assistance  $F_a$  sur le piston d'assistance 32, par l'intermédiaire de  
25 la tige de commande 48, ou tige de transmission.

Sur la figure 13, on a représenté un exemple de cylindre d'assistance 30 équipé d'un vérin 194 conforme aux enseignements de l'invention, et dans lequel le piston auxiliaire 196 est remplacé par une membrane souple 197, ou membrane "déroulante".

30 Sur la partie gauche de la figure 13, le piston d'assistance 32 est représenté en position aval, et sur la partie droite, le piston d'assistance 32 est représenté en position amont.

Le piston d'assistance 32 est réalisé ici de manière similaire à celui du deuxième mode de réalisation (figure 9), à la différence  
35 que l'orifice de décharge 52 et la soupape de décharge 54 sont

réalisés suivant une orientation axiale dans le corps du piston d'assistance 32, comme sur la variante décrite en référence avec la figure 4.

5 L'orifice de décharge 52 est décalé par rapport à l'axe pour permettre un appui centré de la tige 48 sur le piston 32. Dans le cas d'un montage incliné du cylindre d'assistance 30, l'orifice 52 est mis en position haute pour garantir la purge de l'air en aval du piston 32, lors du montage.

10 Le cylindre auxiliaire 198 du vérin 194 est agencé ici à l'extrémité axiale amont du cylindre d'assistance 30. Le cylindre auxiliaire 198 peut être formé dans un prolongement du corps de cylindre d'assistance 56.

15 La membrane 197 est scellée dans le cylindre auxiliaire de manière à délimiter, du côté de sa face transversale amont 202, la chambre de commande 200 qui est raccordée à la source de pression 184 par un orifice auxiliaire 204.

La membrane 197 est ici du type à simple effet car sa face transversale aval 206 est exposée à la pression atmosphérique.

20 La tige de commande 48 du piston d'assistance 32, ou tige de transmission, comporte à son extrémité axiale amont un disque d'appui 208 qui est en contact avec la face transversale aval 206 de la membrane 197.

25 Lorsque la pression hydraulique  $P_h$  augmente dans la chambre de commande 200, en dépassant la pression atmosphérique, la membrane 197 "se déroule" en exerçant une force d'appui axiale dirigée vers l'aval sur le disque 208, ce qui produit une force d'assistance  $F_a$  sur le piston 32, par l'intermédiaire de la tige de transmission 48.

30 Une variante de ce dernier mode de réalisation, illustrée à la figure 19, consiste à utiliser l'appui entre la tige 480 sur le piston 320 pour commander l'ouverture d'un orifice de décharge 520. Dans ce cas, l'orifice 520 est un canal percé dans le piston 320 suivant l'axe de la tige 480, et l'extrémité de cette tige 480 a une forme  
35 complémentaire par rapport à celle du départ 540 de l'orifice 520 de

manière à réaliser l'obstruction de cet orifice quand la tige est en appui sur le piston. Un joint en élastomère peut être placé entre la tige et le piston.

- 5            Quand l'embrayage est embrayé et l'assistance n'est pas activée, un petit jeu est créé entre cette tige 480 et le piston 320, l'orifice 520 est libre. Cet orifice se ferme lorsque la force d'assistance se produit. Cette variante est simple à réaliser car ne demandant pas de pièce supplémentaire, et garde tous les  
10           avantages des orifices de décharge présentés précédemment.

Les figures 14 à 18 illustrent plusieurs solutions possibles pour réguler la force d'assistance  $F_a$  produite par le vérin 194.

- Selon une première solution, qui est illustrée par les figures  
15        14 et 15, le moyen de régulation 115 de la force d'assistance  $F_a$  est constitué par deux distributeurs 210, 212 qui constituent respectivement une vanne de charge 210 et une vanne de décharge 212 et qui sont raccordés par le circuit auxiliaire 185 à la chambre de commande 200 du vérin 194.

- 20           En outre, la vanne de charge 210 est raccordée à la source de pression 184, et la vanne de décharge est raccordée à un réservoir de fluide 29.

- La vanne de charge 210 et la vanne de décharge 212 sont commandées ici par la pression hydraulique  $P_h$  dans le circuit amont  
25        40, à l'encontre de l'effort de rappel d'un ressort 214, 216 associé à chaque vanne 210, 212.

- Avantageusement, la raideur du ressort 214 associé à la vanne de charge 210 est supérieure à la raideur du ressort 216 associé à la vanne de décharge 212, de manière que la l'ouverture  
30        de la vanne de charge 210 et la fermeture de la vanne de décharge 212 soient décalées dans le temps, pendant la course de débrayage.

          Sur la figure 14, le système de commande 10 est représenté au repos, en position embrayée, ce qui correspond à une absence de pression dans le circuit hydraulique amont 40.

Dans cette position, la vanne de charge 210 est fermée et la vanne de décharge 212 est ouverte, de sorte que le circuit auxiliaire 185 est raccordé au réservoir 29.

On explique maintenant le fonctionnement du système de commande 10 de la figure 14, pendant la phase de débrayage, en considérant notamment la figure 15.

Sur la figure 15, la courbe  $C_{aval1}$  en trait continu représente l'évolution de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre aval 36 du cylindre d'assistance 30, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22, lorsque l'embrayage 12 est utilisé.

La courbe  $C_{aval2}$ , en trait discontinu, représente la même évolution que la courbe  $C_{aval1}$ , lorsque l'embrayage 12 est neuf.

Lorsque l'embrayage 12 s'use, la pression hydraulique  $P_h$  nécessaire pour effectuer l'opération de débrayage augmente.

La courbe  $C_{amont}$  en trait continu représente l'évolution de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre d'assistance 30, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22.

Lorsque la pédale d'embrayage 22 est actionnée, la pression hydraulique  $P_h$  augmente dans le circuit amont 40.

Après une première course  $C_{p1}$  de la pédale 22, la pression hydraulique  $P_h$  atteint une première valeur seuil  $P_{hs}$  qui est suffisante pour provoquer le déplacement de la vanne de décharge 212 à l'encontre de son ressort 216, ce qui provoque la fermeture  $F_{v212}$  de la vanne de décharge 212.

Après une seconde course  $C_{p2}$  de la pédale 22, la pression hydraulique  $P_h$  atteint une seconde valeur seuil  $P_{hr}$ , dite valeur régulée, qui est suffisante pour provoquer le déplacement de la vanne de charge 210 à l'encontre de son ressort 214, ce qui provoque la première ouverture  $O_{v1}$  de la vanne de charge 210.

La vanne de charge 210 étant ouverte, la source de pression 184 est raccordée à la chambre de commande 200 du vérin 194, ce qui produit une force d'assistance  $F_a$  sur le piston 32.

La force d'assistance  $F_a$  appliquée sur le piston 32 provoque une diminution de la pression hydraulique  $P_h$  dans le circuit amont 40 de sorte que, après un laps de temps déterminé, qui correspond à une troisième course  $C_{p3}$  de la pédale 22, la vanne de charge 210  
5 revient dans sa position de repos, ce qui correspond à une première fermeture  $F_{v1}$  de la vanne de charge 210.

On note que la vanne de décharge 212 reste fermée car la pression hydraulique  $P_h$  dans le circuit amont 40 ne descend pas jusqu'à la valeur seuil  $P_{hs}$  associée à cette vanne 212.

10 Le retour de la vanne de charge 210 dans sa position de repos provoque de nouveau une augmentation de la pression hydraulique  $P_h$  dans le circuit amont 40 puisque, la pédale 22 continuant sa course d'enfoncement, il y a baisse de pression dans la chambre de commande 200 due à la descente du vérin 196.

15 Après une quatrième course  $C_{p4}$  de la pédale 22, la pression hydraulique  $P_h$  atteint à nouveau la valeur régulée ce qui provoque une seconde ouverture  $O_{v2}$  de la vanne de charge 210.

Cette succession d'ouvertures et de fermetures de la vanne de charge 210 se poursuit jusqu'à ce que le piston d'assistance 32  
20 occupe sa position aval.

En pratique, pour limiter ces oscillations, on utilise une vanne de charge 210 qui s'ouvre et se ferme progressivement pour les petites oscillations à partir de la valeur régulée  $P_{hr}$ . De cette manière, les ouvertures et fermetures ne sont pas brutales et la  
25 position d'équilibre est atteinte plus rapidement.

La vanne de charge 210 permet donc une régulation en boucle fermée de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre d'assistance 30, qui se stabilise autour de la valeur régulée  $P_{hr}$ .

30 Par conséquent, comme la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre d'assistance 30 est liée à la pression  $P_h$  dans le cylindre émetteur 14, l'effort que l'utilisateur doit appliquer sur la pédale 22 tend vers une valeur constante pendant toute la durée de la phase de débrayage.

Lorsque l'utilisateur relâche la pédale 22, la pression hydraulique  $P_h$  diminue dans la chambre amont 34, ce qui provoque d'abord la fermeture de la vanne de charge 210 puis, arrivé à la première valeur seuil  $P_{hs}$ , l'ouverture de la vanne de décharge 212, permettant le retour du piston d'assistance 32 vers sa position amont.

Un avantage de cette solution est que l'effort mis en œuvre par l'utilisateur sur la pédale 22 n'est pas dépendant de l'usure de l'embrayage 12.

Cet avantage est illustré sur la figure 15 par le fait que la courbe de pression  $C_{amont}$  est identique pour les deux courbes de pression  $C_{aval1}$ ,  $C_{aval2}$  associées à la chambre aval 36, celle correspondant à un embrayage 12 usé et celle correspondant à un embrayage 12 neuf.

Selon une deuxième solution, qui est illustrée par les figures 16 et 17, les deux vannes 210, 212 prévues dans la première solution sont remplacées par un distributeur unique 218 à trois positions.

Une première position dite position de charge du distributeur 218 provoque le raccordement de la chambre de commande 200 à la source de pression 184.

Une deuxième position, ou position intermédiaire, du distributeur 218 correspond à une position de fermeture du distributeur 218.

Une troisième position dite position de décharge du distributeur 218 provoque le raccordement de la chambre de commande 200 au réservoir de fluide 29.

Sur la figure 16, le distributeur 218 est représenté dans sa position de décharge.

Le distributeur 218 comporte deux pressions de commande  $P_{c1}$ ,  $P_{c2}$  qui sont appliquées de part et d'autre du distributeur 218, avec des surfaces d'appui identiques.

La première pression de commande  $P_{c1}$  correspond à la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre

d'assistance 30, et elle est appliquée du côté de la première position.

La seconde pression de commande  $P_{c2}$  correspond à la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre de commande 200 du vérin  
5 194, et elle est appliquée du côté de la troisième position.

Le fonctionnement du distributeur 218 est le suivant.

Lorsque les deux pressions de commande  $P_{c1}$ ,  $P_{c2}$  sont égales, c'est-à-dire lorsque la pression hydraulique  $P_h$  est égale dans la chambre amont 34 et dans la chambre de commande 200, le  
10 distributeur 218 occupe sa position intermédiaire de fermeture.

Lorsque la première pression de commande  $P_{c1}$  est supérieure à la seconde pression de commande  $P_{c2}$ , c'est-à-dire lorsque la pression dans la chambre amont 34 est supérieure à la pression dans la chambre de commande 200, le distributeur 218  
15 occupe sa position de charge.

Lorsque la première pression de commande  $P_{c1}$  est inférieure à la seconde pression de commande  $P_{c2}$ , c'est-à-dire lorsque la pression dans la chambre amont 34 est inférieure à la pression dans la chambre de commande 200, le distributeur 218 occupe sa position  
20 de décharge.

Le mode de réalisation représenté sur la figure 16 permet ainsi de réaliser une régulation dite proportionnelle de la force d'assistance  $F_a$ , qui est illustrée par la figure 17.

La courbe  $C_{\text{aval}}$  en trait continu représente l'évolution de la  
25 pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre aval 36 du cylindre d'assistance 30, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22.

La courbe  $C_{\text{amont}}$  en trait discontinu représente l'évolution de la pression hydraulique  $P_h$  dans la chambre amont 34 du cylindre  
30 d'assistance 30, pendant la phase de débrayage, en fonction de la course  $C_p$  de la pédale d'embrayage 22.

On constate que, dans le cas particulier, illustré ici, où les surfaces d'appui des pressions de commande  $P_{c1}$ ,  $P_{c2}$  sont identiques, la force d'assistance  $F_a$  produit environ la moitié de  
35 l'effort total à fournir sur le piston du cylindre récepteur 18.

Bien entendu, on peut modifier le rapport entre la force d'assistance  $F_a$  et l'effort total à fournir en modifiant le rapport entre les surfaces d'appui des pressions de commande  $P_{c1}$ ,  $P_{c2}$ .

Sur la figure 18, on a représenté une troisième solution dans laquelle le moyen de régulation 115 est un distributeur à trois positions 218, comme sur la figure 16, mais qui se différencie de la deuxième solution en ce que le distributeur 218 est commandé par une unité électronique de pilotage 220.

L'unité de pilotage 220 peut commander le distributeur 218 en fonction de paramètres de commande mesurés par des capteurs tels que la course de la pédale  $C_p$ , la pression hydraulique dans la chambre amont 34, des données extérieures  $D_{ext}$ .

L'unité de pilotage 220 peut aussi piloter la source de pression 184, ce qui permet de doser précisément la force d'assistance  $F_a$  désirée.

Selon le mode de réalisation représenté sur la figure 18, grâce à l'unité de pilotage 220, il est possible de choisir de manière précise la courbe d'assistance désirée. En particulier, il est possible de reproduire la courbe d'assistance de la première et de la deuxième solution (figures 15 et 17).

On note que les modes de réalisation du système de commande 10 selon l'invention, qui sont représentés avec la soupape de décharge 54 réalisée axialement dans le piston d'assistance 32 et avec un seul raccordement au réservoir de fluide 29, auraient pu être représentés avec deux raccordements au réservoir 29, comme on l'a représenté et décrit notamment en référence aux figures 2 et 3.

Selon une variante (non représentée) des différents modes de réalisation décrits ci-dessus, il est possible d'ajouter dans le passage du fluide, soit dans le circuit amont 40 ou aval 44, soit dans le circuit de commande 185 du vérin d'assistance 196, un dispositif qui réduit la section de passage du fluide dans le sens de l'embrayage.

Ce dispositif peut être un clapet qui occupe une première position formant une section de passage maximale, dans le sens du



débrayage, et une seconde position formant une section de passage réduite, dans le sens de l'embrayage.

Un tel dispositif permet notamment d'éviter un choc lors d'un lâcher de pédale 22 trop rapide.

- 5 Plus généralement, le dispositif d'assistance 5 peut comporter un moyen de régulation 218 qui fait varier la valeur de la force d'assistance  $F_a$  en fonction de la pression  $P_h$  amont dans la chambre amont 34 du cylindre d'assistance 30, ou de la pression  $P_h$  aval dans la chambre aval 36, ou d'une combinaison des deux
- 10 pression, selon une loi d'assistance prédéterminée.

## REVENDICATIONS

1. Système de commande hydraulique (10) d'un embrayage (12), notamment de véhicule automobile, comprenant un cylindre émetteur amont (14), qui est relié par une conduite (16) à un cylindre récepteur aval (18), de manière à former un circuit hydraulique de commande (19), caractérisé en ce qu'il comporte un cylindre d'assistance (30) qui est interposé dans la conduite (16), entre le cylindre émetteur (14) et le cylindre récepteur (18), et qui comporte au moins un piston d'assistance (32) qui est monté coulissant axialement (A1) dans le corps (56) du cylindre d'assistance (30) entre une position amont d'embrayage et une position aval de débrayage, de manière à délimiter une chambre hydraulique amont (34) et une chambre hydraulique aval (36) de volumes variables en fonction de la position axiale du piston (32), la chambre amont (34) étant raccordée au cylindre émetteur (14) par un tronçon du circuit hydraulique dit circuit amont (40) et la chambre aval (36) étant raccordée au cylindre récepteur (18) par un tronçon du circuit hydraulique dit circuit aval (44), chaque tronçon de circuit hydraulique (40, 44) comportant un moyen (52, 102, 150) de remise à niveau du volume de fluide raccordé à au moins un réservoir de fluide (29), et en ce que le cylindre d'assistance (30) comporte un dispositif d'assistance (50) qui applique une force d'assistance ( $F_a$ ) sur le piston d'assistance (32) au cours de la phase de débrayage.

2. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (50) comporte un moyen de régulation (114, 115, 180, 210, 212, 218, 220) qui fait varier la valeur de la force d'assistance ( $F_a$ ) en fonction de la course ( $C_p$ ) de la pédale de commande de l'embrayage (22) selon une loi d'assistance prédéterminée.

3. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (50) comporte un organe de transmission (48, 70, 71) qui transmet la force d'assistance ( $F_a$ ) au piston d'assistance (32).

4. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'organe de transmission (48, 70, 71) est lié en déplacement axial au piston d'assistance (32) dans les deux sens de coulissement du piston (32).

5 5. Système de commande (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'organe de transmission (48, 71) coopère par contact avec une surface d'appui (138) associée du piston d'assistance (32) de manière que, dans le cas où la vitesse du dispositif d'assistance (50) est inférieure à la vitesse du piston  
10 d'assistance (32), le dispositif d'assistance (50) ne ralentisse pas le coulissement du piston d'assistance (32) vers l'aval.

6. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que l'organe de transmission (48, 71) est agencé à une extrémité axiale du piston d'assistance  
15 (32).

7. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le piston (32) comporte un tronçon amont (62) qui délimite la chambre amont (34) et un tronçon aval (66) qui délimite la chambre aval (36), en ce que les  
20 deux tronçons (62, 66) sont liés en déplacement axial par une tige de liaison (70), et en ce que la tige de liaison (70) constitue l'organe de transmission (71) du dispositif d'assistance (50).

8. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, du type dans lequel le circuit  
25 hydraulique (19) est raccordé à un réservoir de fluide (29) en position d'embrayage, caractérisé en ce que le cylindre d'assistance (30) comporte au moins un orifice de décharge (52, 102, 150) qui fait communiquer au moins une chambre hydraulique (36) avec le réservoir de fluide (29), lorsque le piston d'assistance (32) occupe  
30 sa position amont, de manière à compenser les variations de volume hydraulique dans le circuit hydraulique (19) au cours du temps.

9. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'orifice de décharge (52) est agencé dans le piston d'assistance (32) et en ce que l'orifice de  
35 décharge (52) fait communiquer la chambre amont (34) avec la

chambre aval (36), lorsque le piston d'assistance (32) occupe sa position amont.

10. Système de commande (10) selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que l'orifice de décharge (52, 150) comporte  
5 une soupape (54, 148) qui est commandée par le déplacement axial du piston d'assistance (32).

11. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif  
10 d'assistance (50) comporte un élément élastique (106, 172) qui emmagasine de l'énergie pendant la phase d'embrayage et qui restitue l'énergie au cours de la phase de débrayage pour produire la force d'assistance ( $F_a$ ).

12. Système de commande (10) selon la revendication  
15 précédente prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de régulation (115) est un mécanisme à cames (114) qui est entraîné par le déplacement axial du piston (32) et qui régule la force d'assistance ( $F_a$ ) produite par l'élément élastique (106) pendant la phase de débrayage.

13. Système de commande (10) selon la revendication  
20 précédente, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (50) est logé dans le corps de cylindre (56), et en ce que le mécanisme à cames (114) comporte au moins une surface de commande (120, 122) qui est réalisée sur une paroi interne du corps de cylindre (56).

14. Système de commande (10) selon la revendication 12 ou  
25 13, caractérisé en ce que l'élément élastique d'assistance (106) est un élément élastique de compression axiale qui est interposé axialement entre une coupelle (108) et une surface d'appui (110) fixe par rapport au corps de cylindre d'assistance (56), en ce que le mécanisme à cames (114) comporte au moins un galet mobile (116,  
30 118) qui parcourt une surface de commande (120, 122) entre une position amont et une position aval correspondant respectivement aux positions amont et aval du piston d'assistance (32), et en ce que le galet mobile (116, 118) est lié par une première biellette (124) au piston (32) et par une seconde biellette (126) à la coupelle (108).

15. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'axe de pivotement des biellettes (124, 126) sur le galet mobile (116, 118) est concourant à l'axe de rotation (A2) du galet (116, 118).

5 16. Système de commande (10) selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que la surface de commande (120, 122) comporte une portion amont inclinée (134) par rapport à l'axe de coulisement (A1), et une portion aval (136) globalement parallèle à l'axe de coulisement (A1) de manière que, au cours d'une première  
10 partie de la phase de débrayage, le galet mobile (116, 118) se déplace d'abord sur la portion inclinée (134) vers l'axe (A1) et vers l'aval, à partir de sa position amont, en transmettant une partie de l'effort de détente de l'élément élastique d'assistance (106) au piston d'assistance (32), par un effet de démultiplication, puis au  
15 cours d'une deuxième partie de la phase de débrayage, le galet mobile (116, 118) se déplace sur la portion aval (136) vers l'aval, suivant une direction globalement axiale, en transmettant la totalité de l'effort de détente de l'élément élastique d'assistance (106) au piston d'assistance (32).

20 17. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la distance entre les axes de pivotement de la seconde biellette (126) est telle que, en position amont du galet mobile (116, 118), le galet dépasse vers l'amont le point (B1) de la surface de commande (120, 122) où la seconde  
25 biellette (126) est perpendiculaire à la surface de commande (120, 122), de manière que l'effort de détente de l'élément élastique d'assistance (106) sollicite le galet mobile (116, 118) vers sa position amont.

18. Système de commande (10) selon l'une quelconque des  
30 revendications 14 à 17, caractérisé en ce que la dimension axiale de l'élément élastique d'assistance (106) à l'état détendu est inférieure à la distance axiale entre la coupelle (108) et la surface d'appui fixe (110) associée, lorsque le piston (32) occupe sa position aval, de manière à supprimer la force d'assistance ( $F_a$ ) pendant la fin de la  
35 course du piston (32) vers l'aval.

19. Système de commande (10) selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (50) comporte un actionneur électrique (170) qui commande la détente de l'élément élastique (172) pendant la phase de débrayage.

5 20. Système de commande (10) selon la revendication précédente prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de régulation (115) du dispositif d'assistance (50) est une unité électronique de pilotage (180) qui commande l'actionneur électrique (170).

10 21. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications 11 à 20, caractérisé en ce que l'élément élastique d'assistance (106, 172) est un ressort hélicoïdal de compression.

22. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le dispositif  
15 d'assistance (50) est raccordé à une source d'énergie qui est externe au système de commande (10) et qui est embarquée dans le véhicule que le système de commande (10) équipe, et en ce que ladite énergie produit la force d'assistance ( $F_a$ ) qui est transmise au piston (32).

20 23. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (50) comporte un actionneur électrique (186) qui est commandé de manière à transmettre une force d'assistance ( $F_a$ ) au piston (32) pendant la phase de débrayage.

25 24. Système de commande (10) selon la revendication précédente prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de régulation (115) du dispositif d'assistance (50) est une unité électronique de pilotage qui commande l'actionneur électrique (186) produisant la force  
30 d'assistance ( $F_a$ ).

25. Système de commande (10) selon la revendication 22, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (50) comporte un vérin (194) qui est raccordé à une source de pression (184) hydraulique ou pneumatique et qui transmet une force d'assistance  
35 ( $F_a$ ) au piston (32) pendant la phase de débrayage.

26. Système de commande (10) selon la revendication précédente prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de régulation (115) du dispositif d'assistance (50) comporte au moins un distributeur (210, 212, 218) qui est interposé entre le vérin (194) et la source de pression (184) hydraulique ou pneumatique.

27. Système de commande (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le moyen de régulation (115) comporte un distributeur (210) à deux positions qui est raccordé à une source de pression (184) pour former une vanne de charge et un distributeur (212) à deux positions qui est raccordé à un réservoir de fluide (29) pour former une vanne de décharge, et en ce que chaque distributeur (210, 212) est commandé par la pression hydraulique ( $P_h$ ) dans le circuit amont (40), de manière que la pression hydraulique ( $P_h$ ) dans le circuit amont (40) tende vers une première valeur constante ( $P_{hr}$ ) lors d'une course de débrayage, et tende vers une seconde valeur constante ( $P_{hs}$ ), inférieure à la première valeur ( $P_{hr}$ ), lors d'une course d'embrayage.

28. Système de commande (10) selon la revendication 26, caractérisé en ce que le moyen de régulation (115) comporte un distributeur (218) à trois positions, une position de charge qui est raccordée à une source de pression (184), une position intermédiaire de fermeture, une position de décharge qui est raccordée à un réservoir de fluide (29), et en ce que le distributeur (218) est commandé, du côté de la position de charge, par la pression hydraulique ( $P_h$ ) dans le circuit amont (40), et du côté de la position de décharge par la pression hydraulique dans la chambre de commande (200) du vérin (194), de manière que la force d'assistance ( $F_a$ ) appliquée sur le piston d'assistance (32) pendant la phase de débrayage soit proportionnelle à la pression hydraulique ( $P_h$ ) dans le circuit aval (44).

29. Système de commande (10) selon la revendication 26, caractérisé en ce que le distributeur (218) est commandé par une unité électronique de pilotage (220).

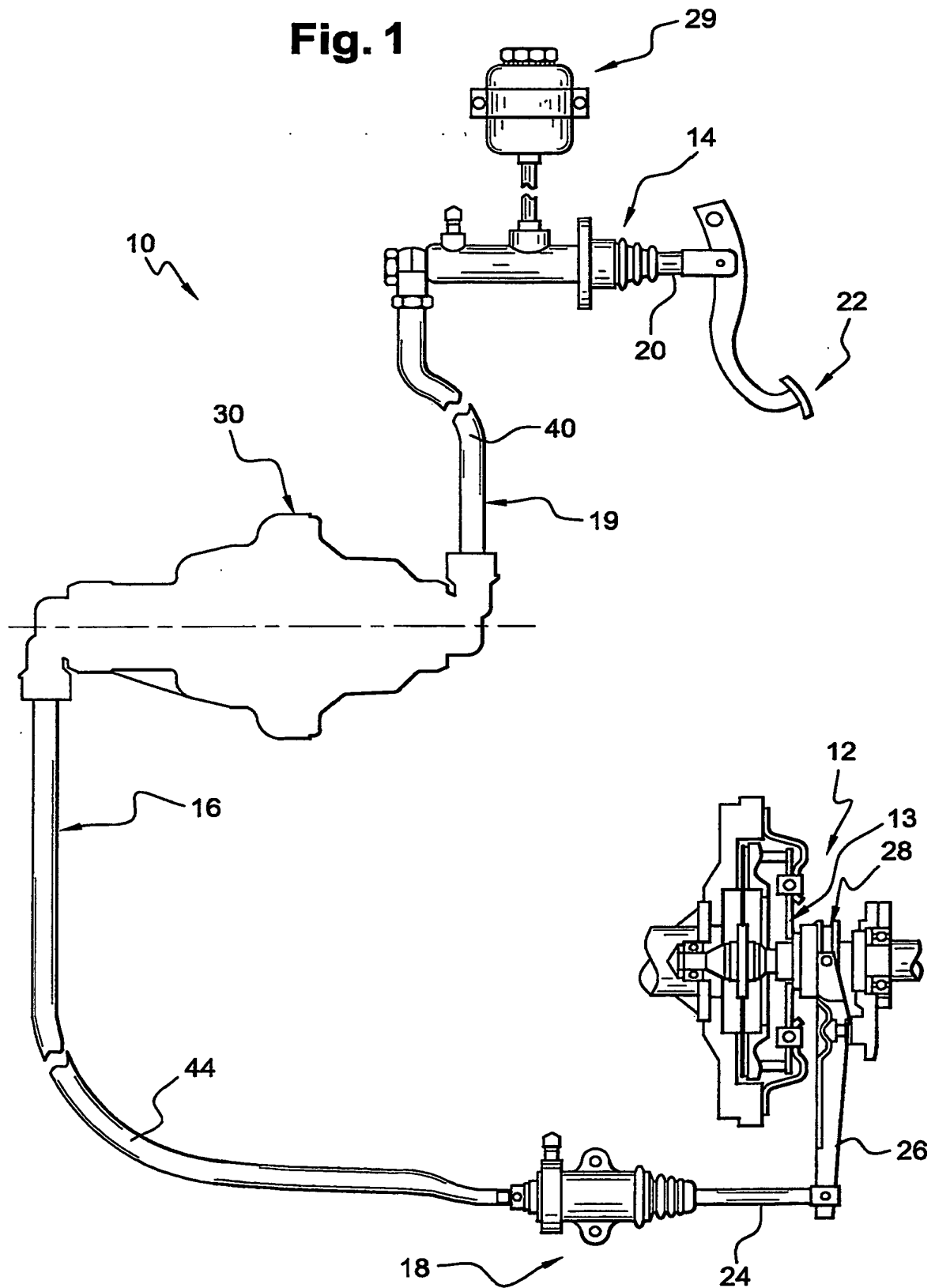
30. Système de commande (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le piston (32) comporte au moins un élément élastique (46, 106) qui rappelle le piston (32) vers sa position amont.

5           31. Système de commande suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'assistance (5) comporte un moyen de régulation (218) qui fait varier la valeur de la force d'assistance ( $F_a$ ) en fonction de la pression  $P_h$  amont dans la chambre amont (34) du cylindre  
10 d'assistance (30), ou de la pression  $P_h$  aval dans la chambre aval (36), ou d'une combinaison des deux pressions selon une loi d'assistance prédéterminé.

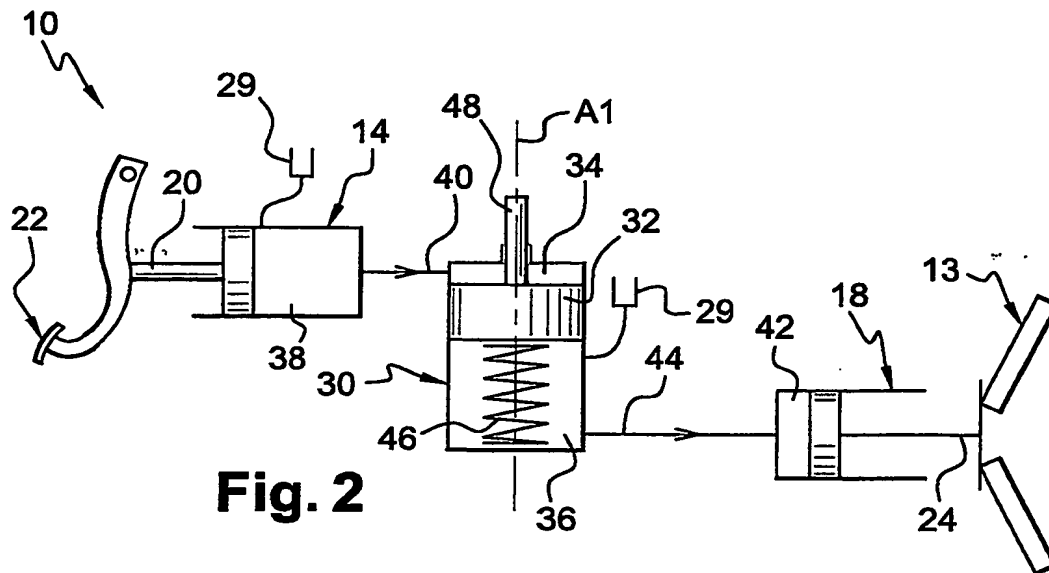
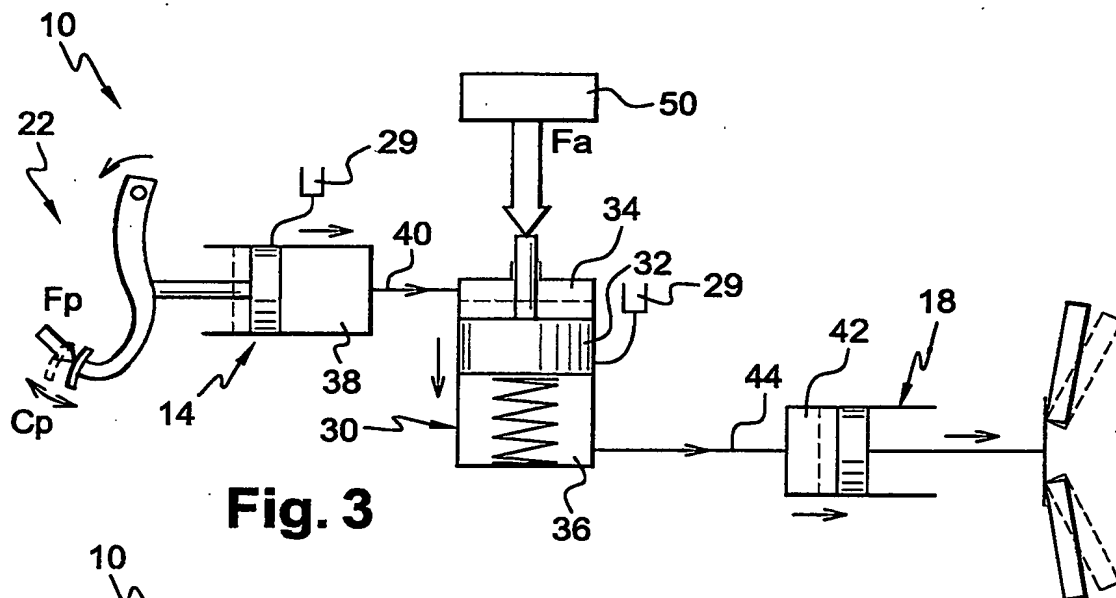
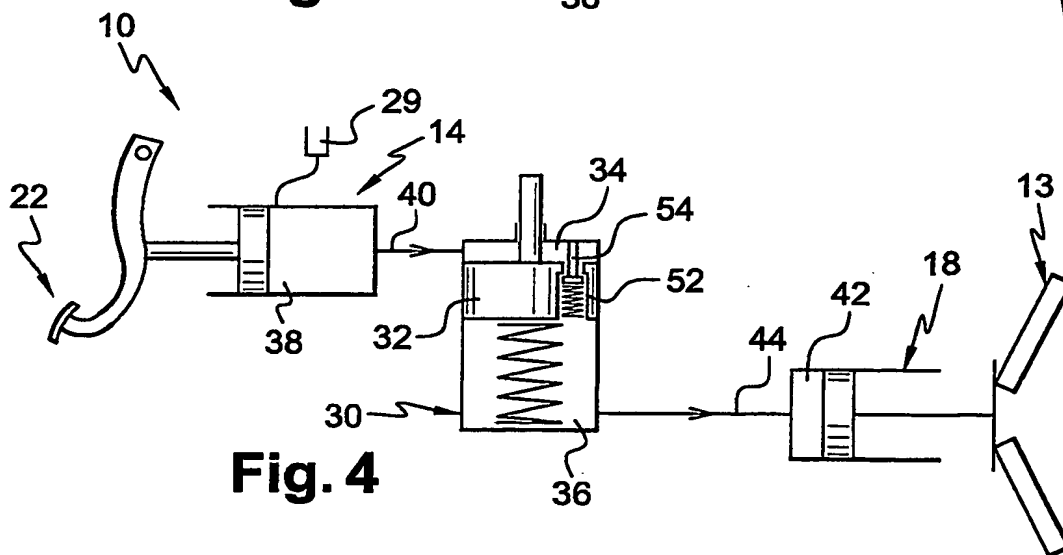
          32. Système de commande suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'orifice (520) est  
15 un canal percé dans le piston (320) suivant l'axe de la tige (480) et l'extrémité de cette tige (480) a une forme complémentaire par rapport à celle du départ de l'orifice (520) de manière à réaliser l'obstruction de cet orifice quand la tige (480) est en appui sur le piston.

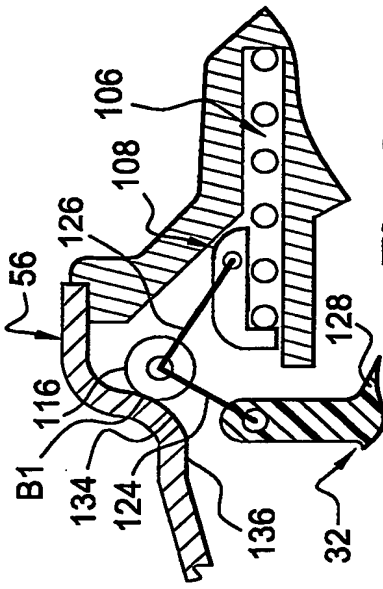


1/13

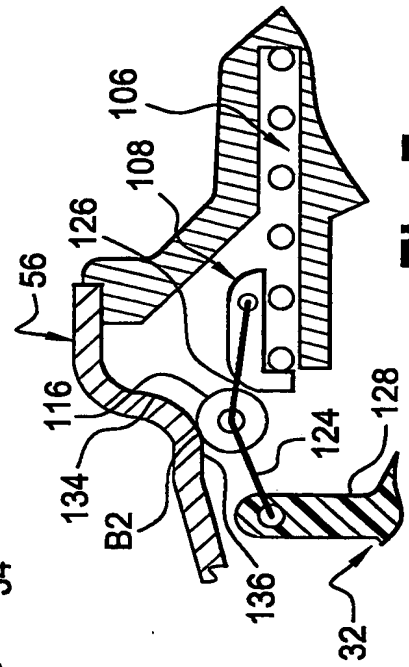
**Fig. 1**

2 / 13

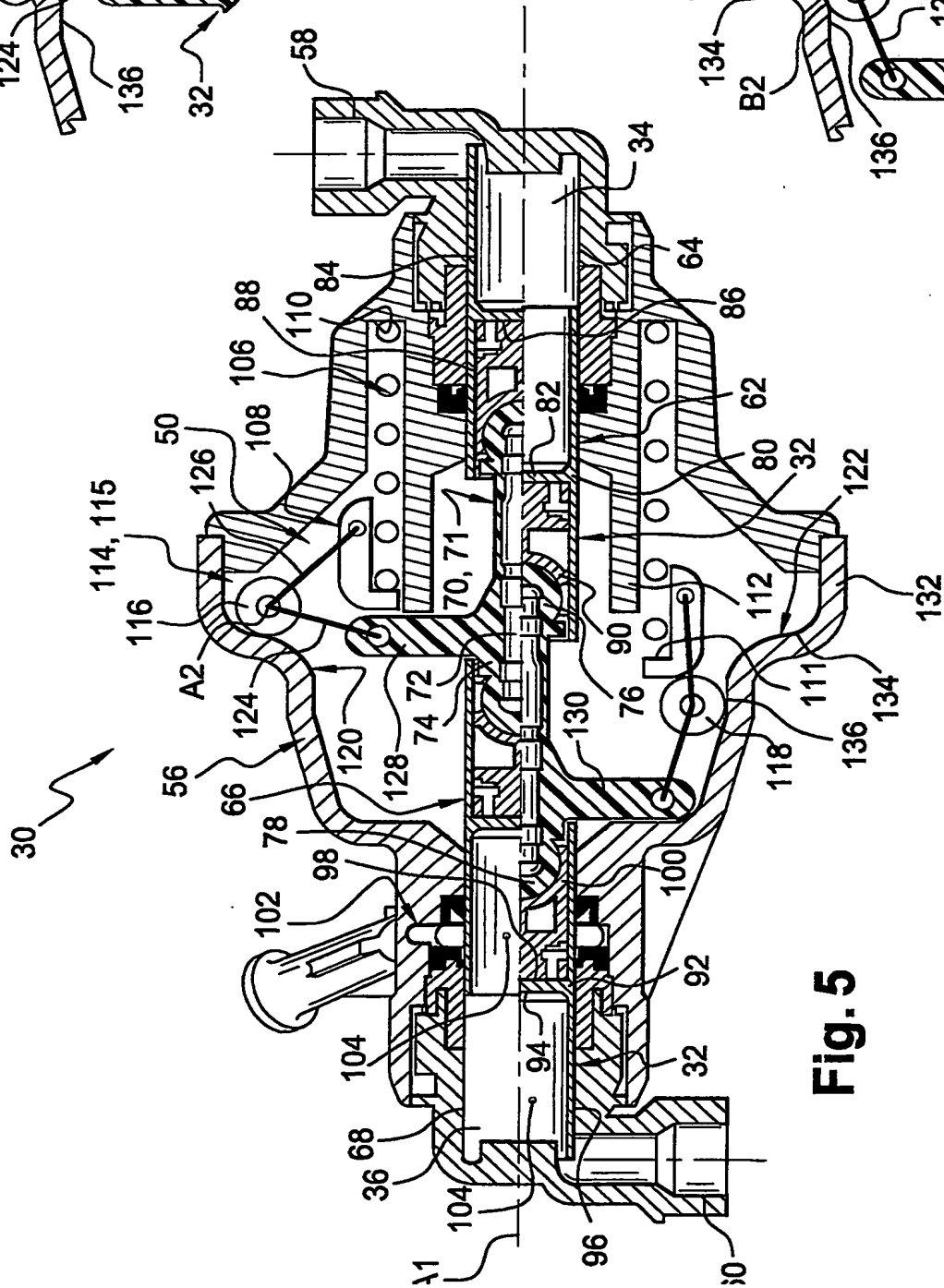
**Fig. 2****Fig. 3****Fig. 4**



**Fig. 6**

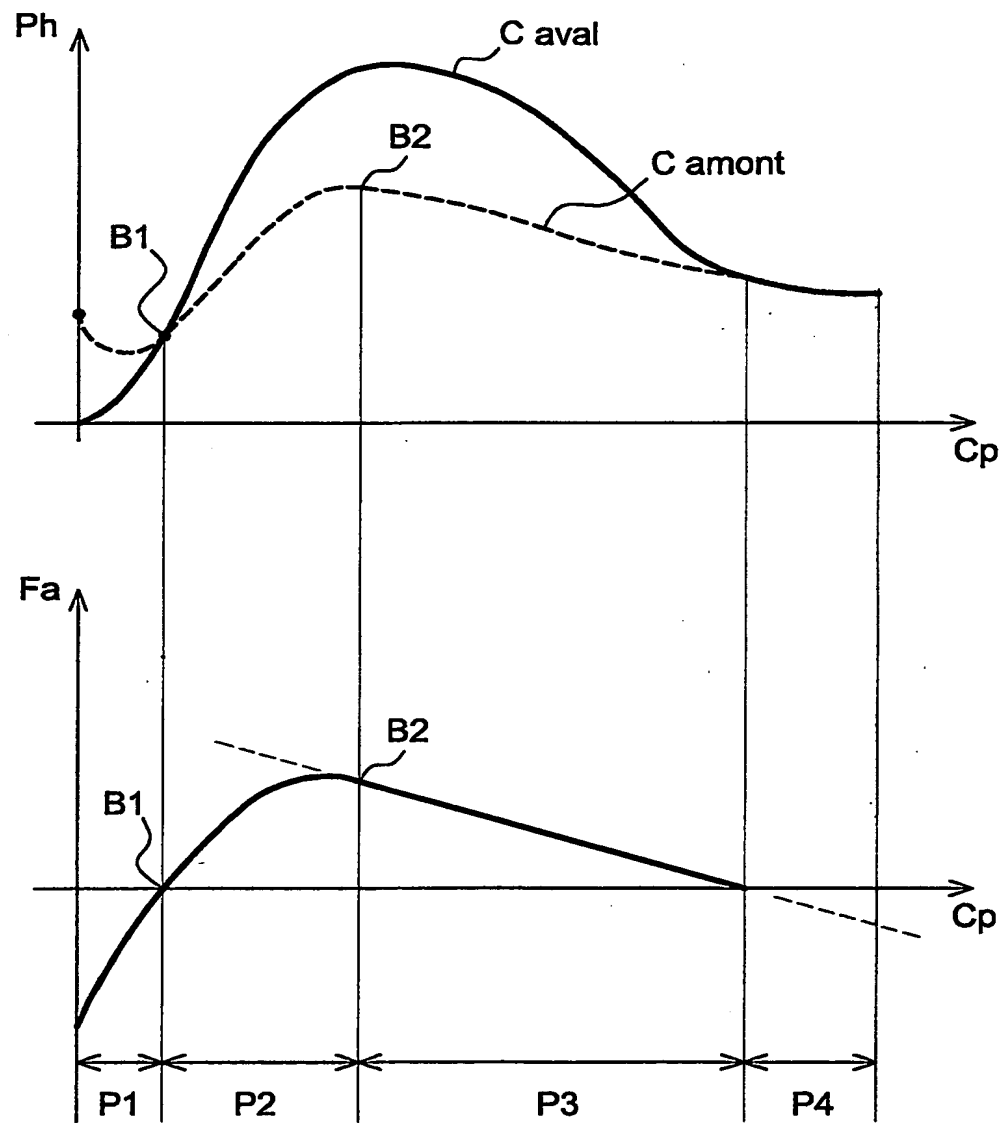


**Fig. 7**



**Fig. 5**

4 / 13

**Fig. 8**

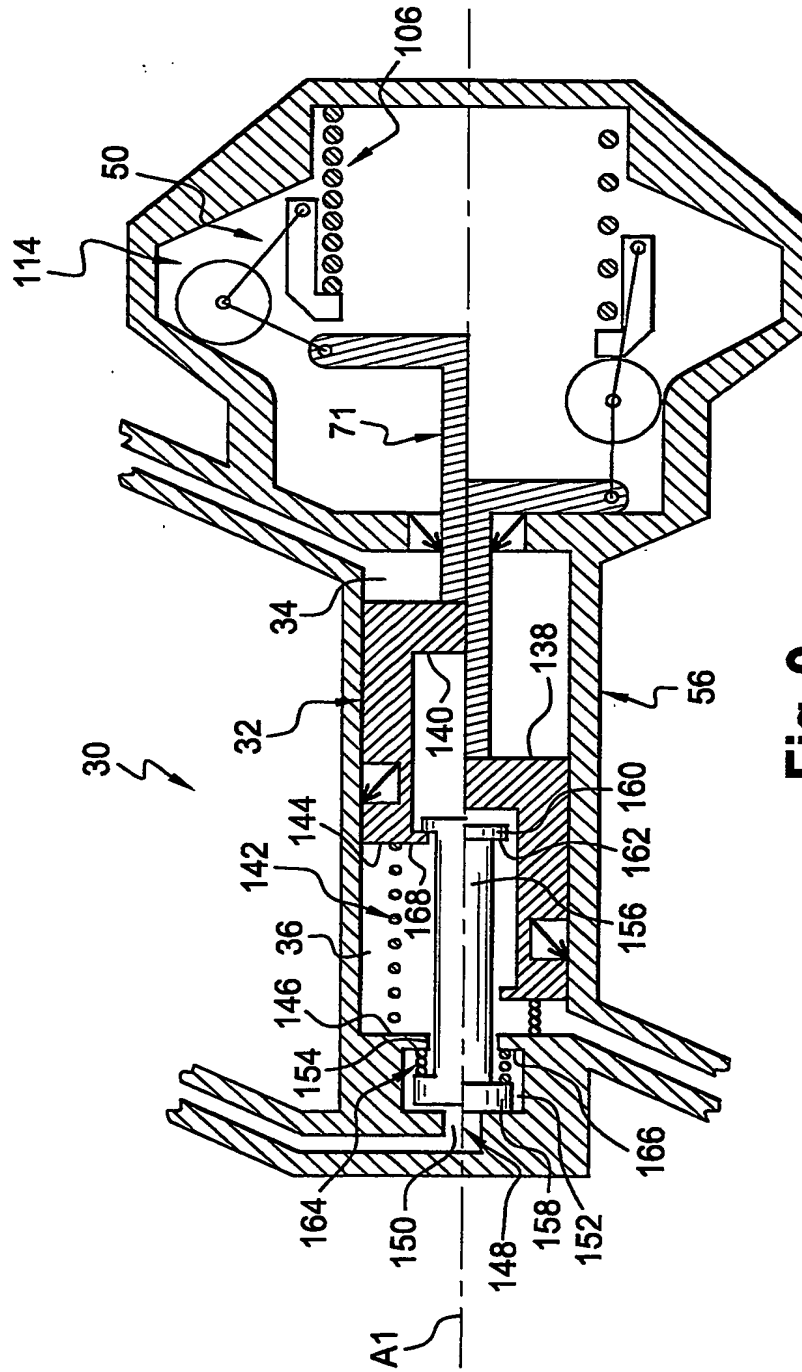
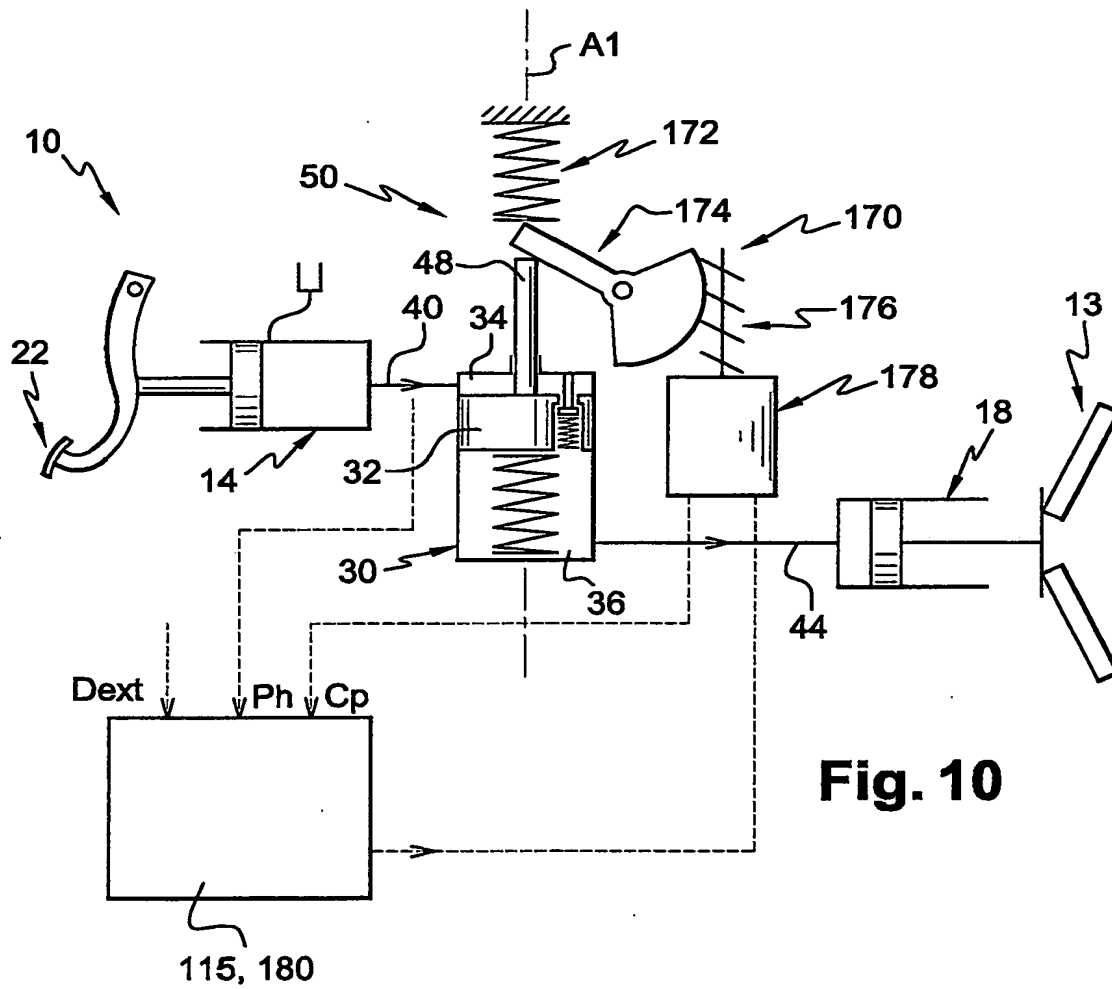


Fig. 9



7 / 13

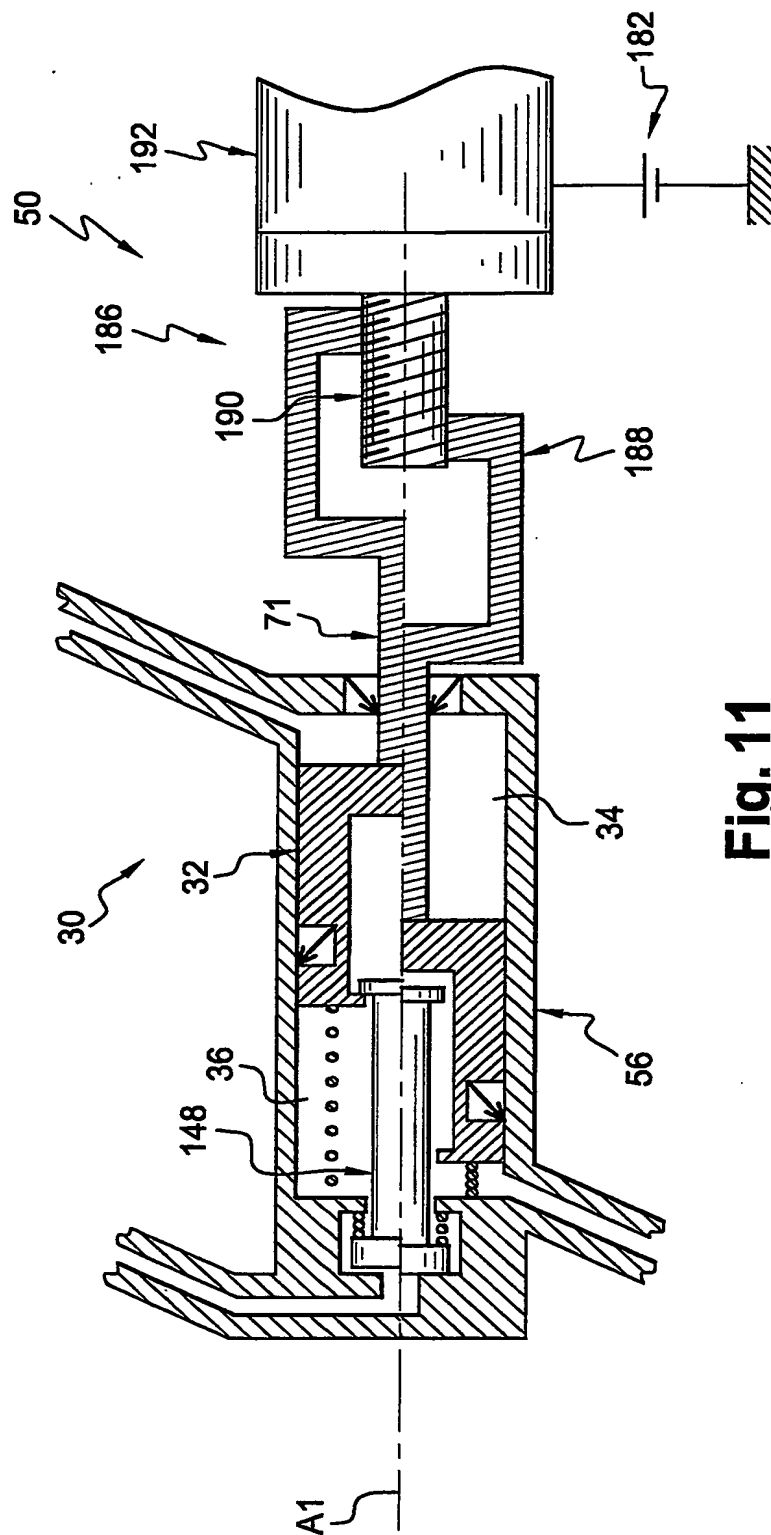
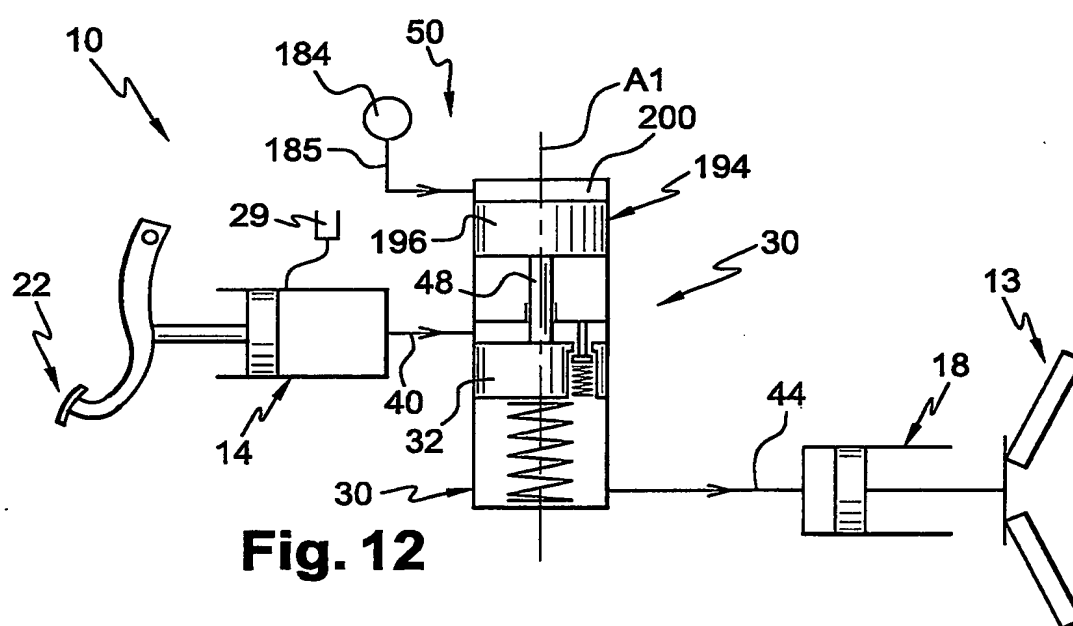
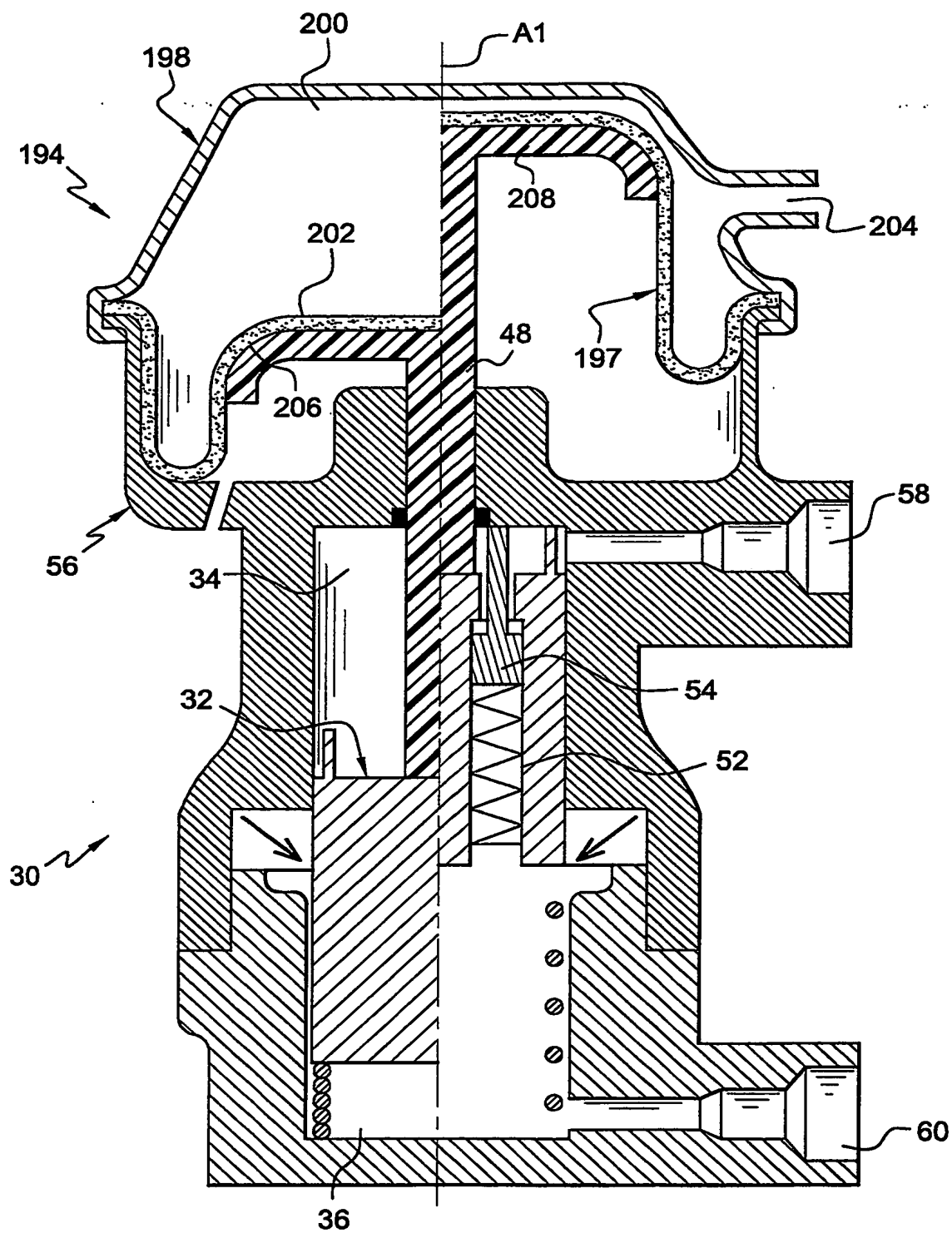


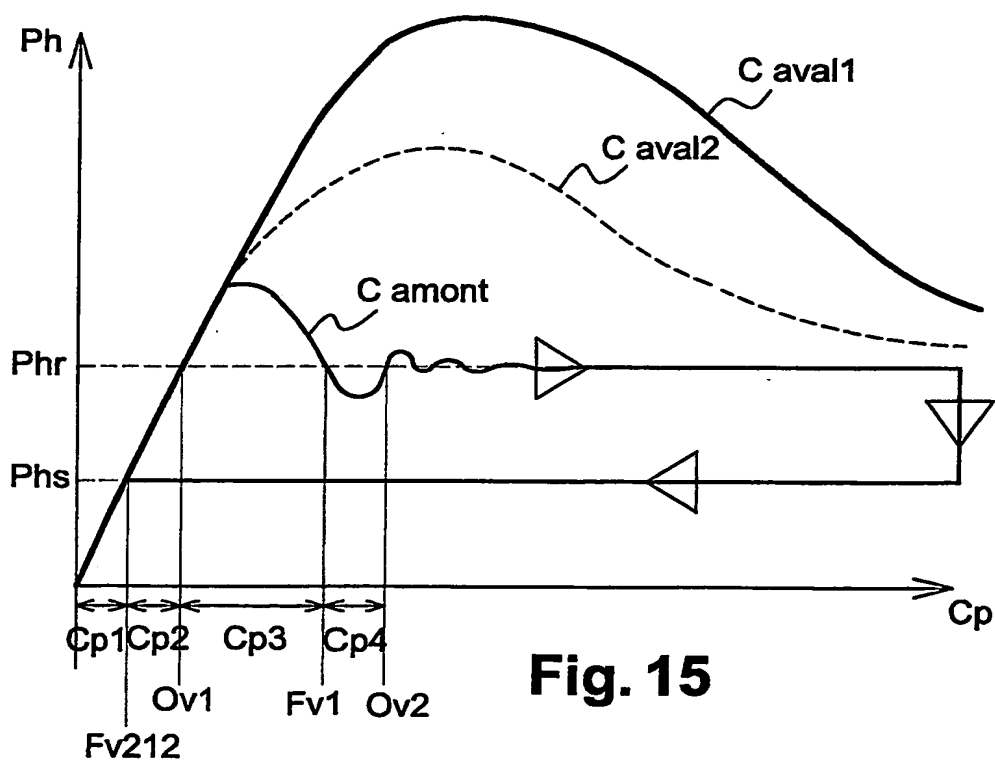
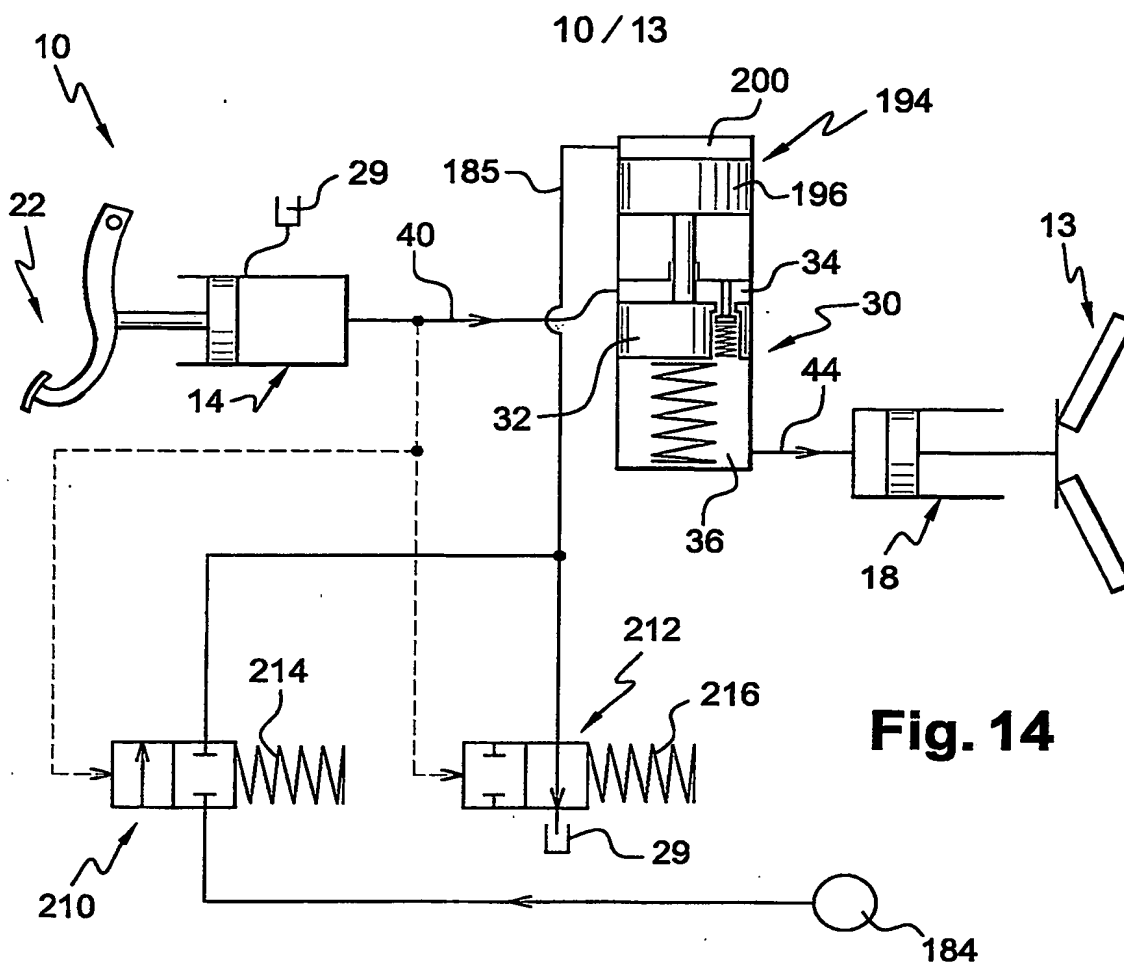
Fig. 11



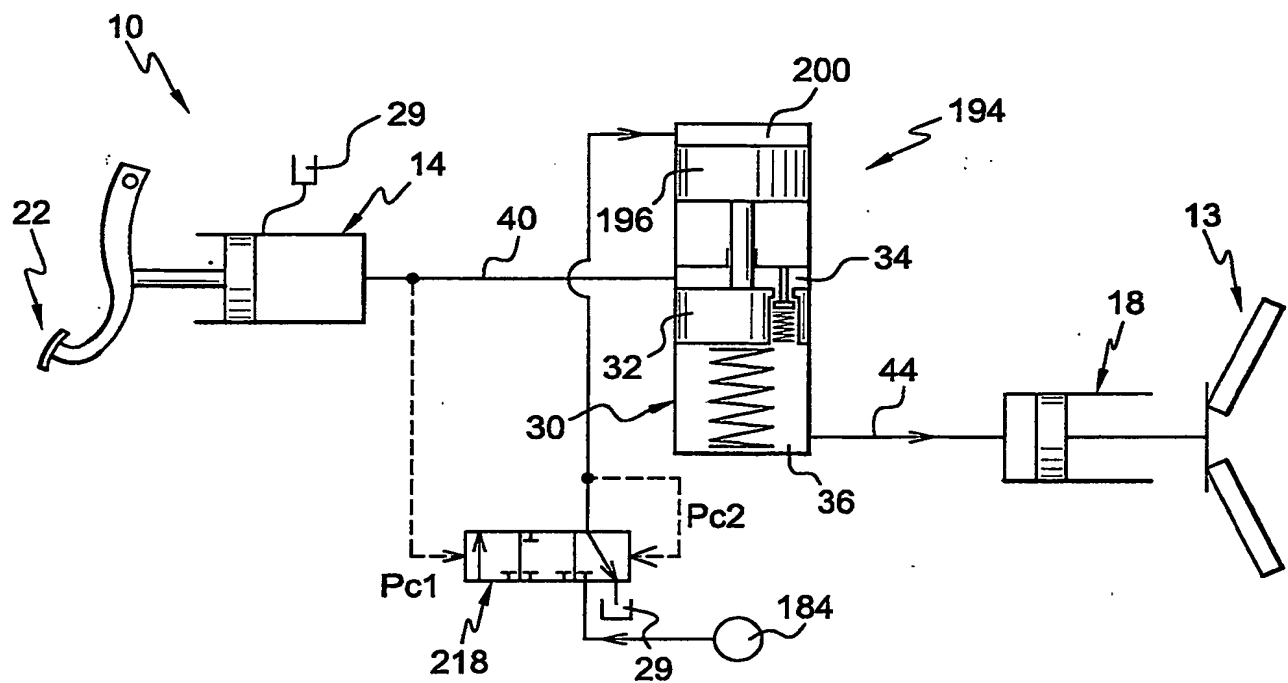
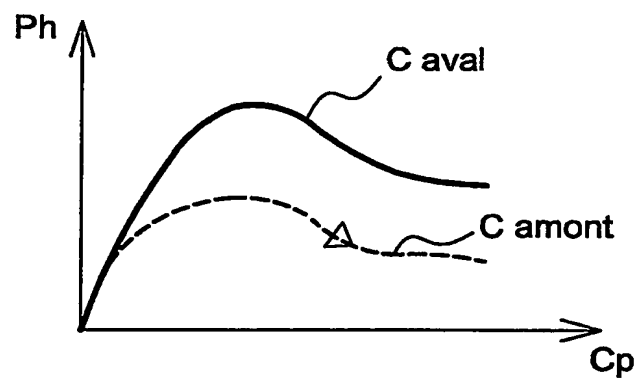


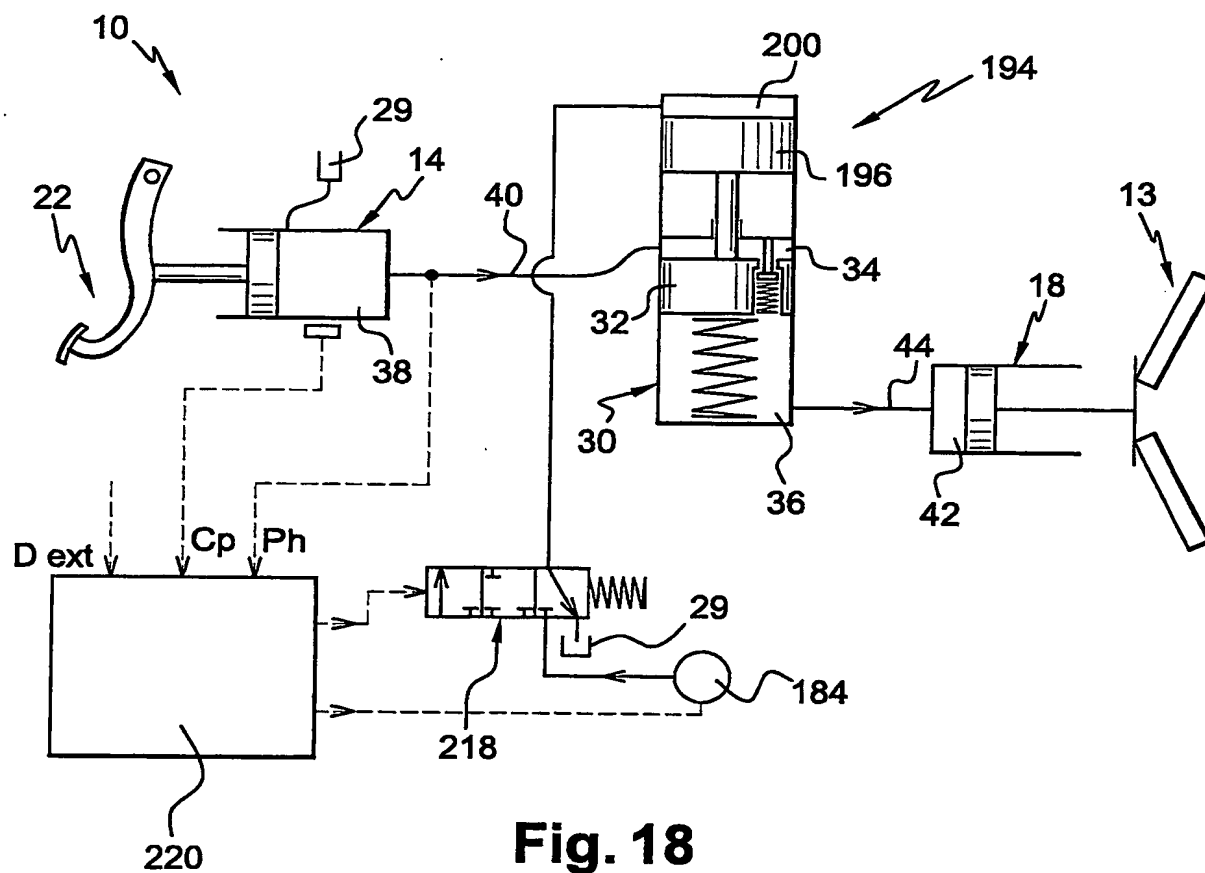
9 / 13

**Fig. 13**

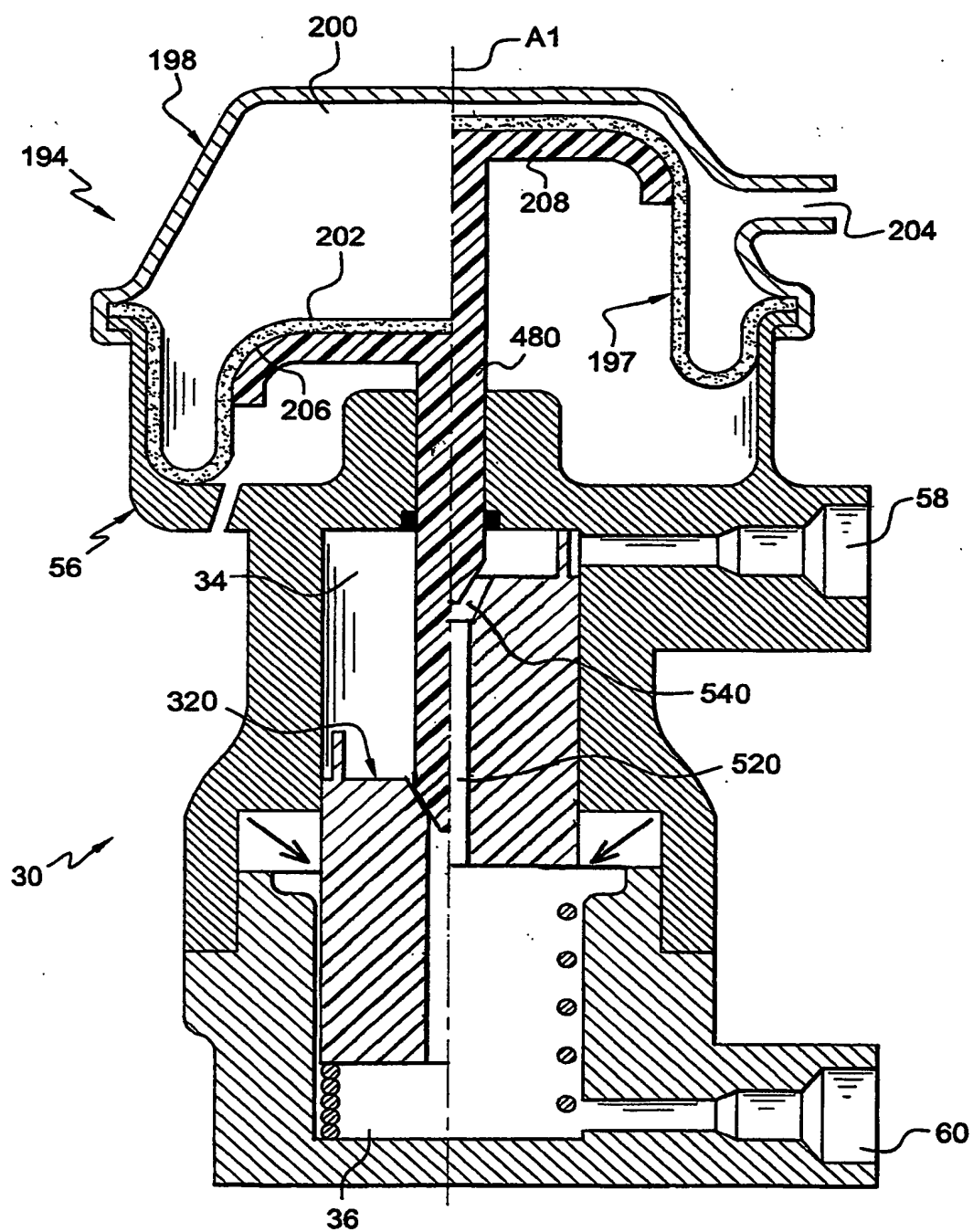


11/13

**Fig. 16****Fig. 17**



13 / 13

**Fig. 19**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16D29/00 F15B15/20 F15B15/02 F16D23/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16D F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	DE 195 09 356 A (GRAU GMBH) 19 September 1996 (1996-09-19) figures abstract	1,2
Y		11-13
A		3-11
Y	US 5 809 830 A (CHAZOT FRANK) 22 September 1998 (1998-09-22) abstract claims 1-4 figures	11-13
A		14-18,21
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex

## \* Special categories of cited documents

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2005

Date of mailing of the international search report

06/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vermander, W

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 17 486 A (FTE AUTOMOTIVE GMBH) 29 October 1998 (1998-10-29) abstract figures	1, 2, 22, 30
Y	-----	23
Y	GB 2 236 153 A (AUTOMOTIVE PRODUCTS PLC) 27 March 1991 (1991-03-27) abstract figures page 14, line 1 - line 17	23
A	-----	26, 29
A	GB 2 313 885 A (LUK GETRIEBE SYSTEME GMBH) 10 December 1997 (1997-12-10) abstract figures page 34, line 5 - page 35, line 28	1, 11, 19, 20
A	----- US 3 812 766 A (WEISS D) 28 May 1974 (1974-05-28) abstract figures column 6, line 3 - line 17 -----	12

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19509356	A	19-09-1996	DE 19509356 A1	19-09-1996
US 5809830	A	22-09-1998	FR 2721264 A1	22-12-1995
			CN 1129969 A ,C	28-08-1996
			DE 69501874 D1	30-04-1998
			DE 69501874 T2	23-07-1998
			EP 0719389 A1	03-07-1996
			ES 2114746 T3	01-06-1998
			WO 9535452 A1	28-12-1995
			JP 3627150 B2	09-03-2005
			JP 9502251 T	04-03-1997
DE 19717486	A	29-10-1998	DE 19717486 A1	29-10-1998
GB 2236153	A	27-03-1991	US 5094079 A	10-03-1992
GB 2313885	A	10-12-1997	BR 9703466 A	10-11-1998
			BR 9703468 A	11-08-1998
			DE 19723393 A1	11-12-1997
			DE 19723394 A1	11-12-1997
			FR 2796117 A1	12-01-2001
			FR 2749635 A1	12-12-1997
			FR 2749636 A1	12-12-1997
			GB 2351129 A ,B	20-12-2000
			GB 2351130 A ,B	20-12-2000
			GB 2313886 A ,B	10-12-1997
			IT MI971316 A1	04-12-1998
			IT MI971317 A1	04-12-1998
			JP 10081158 A	31-03-1998
			RU 2213017 C2	27-09-2003
US 3812766	A	28-05-1974	US RE28967 E	21-09-1976



<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 7 F16D29/00 F15B15/02 F15B15/02 F16D23/12		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 F16D F15B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 195 09 356 A (GRAU GMBH) 19 septembre 1996 (1996-09-19) figures abrégé	1,2
Y		11-13
A		3-11
Y	US 5 809 830 A (CHAZOT FRANK) 22 septembre 1998 (1998-09-22) abrégé revendications 1-4 figures	11-13
A		14-18,21
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
27 avril 2005		06/05/2005
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Vermander, W

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no des revendications visées
X	DE 197 17 486 A (FTE AUTOMOTIVE GMBH) 29 octobre 1998 (1998-10-29) abrégé figures	1,2,22, 30
Y	-----	23
Y	GB 2 236 153 A (AUTOMOTIVE PRODUCTS PLC) 27 mars 1991 (1991-03-27) abrégé figures page 14, ligne 1 - ligne 17	23
A	-----	26,29
A	GB 2 313 885 A (LUK GETRIEBE SYSTEME GMBH) 10 décembre 1997 (1997-12-10) abrégé figures page 34, ligne 5 - page 35, ligne 28	1,11,19, 20
A	----- US 3 812 766 A (WEISS D) 28 mai 1974 (1974-05-28) abrégé figures colonne 6, ligne 3 - ligne 17 -----	12

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
DE 19509356	A	19-09-1996	DE	19509356 A1	19-09-1996
US 5809830	A	22-09-1998	FR	2721264 A1	22-12-1995
			CN	1129969 A ,C	28-08-1996
			DE	69501874 D1	30-04-1998
			DE	69501874 T2	23-07-1998
			EP	0719389 A1	03-07-1996
			ES	2114746 T3	01-06-1998
			WO	9535452 A1	28-12-1995
			JP	3627150 B2	09-03-2005
			JP	9502251 T	04-03-1997
DE 19717486	A	29-10-1998	DE	19717486 A1	29-10-1998
GB 2236153	A	27-03-1991	US	5094079 A	10-03-1992
GB 2313885	A	10-12-1997	BR	9703466 A	10-11-1998
			BR	9703468 A	11-08-1998
			DE	19723393 A1	11-12-1997
			DE	19723394 A1	11-12-1997
			FR	2796117 A1	12-01-2001
			FR	2749635 A1	12-12-1997
			FR	2749636 A1	12-12-1997
			GB	2351129 A ,B	20-12-2000
			GB	2351130 A ,B	20-12-2000
			GB	2313886 A ,B	10-12-1997
			IT	MI971316 A1	04-12-1998
			IT	MI971317 A1	04-12-1998
			JP	10081158 A	31-03-1998
			RU	2213017 C2	27-09-2003
US 3812766	A	28-05-1974	US	RE28967 E	21-09-1976